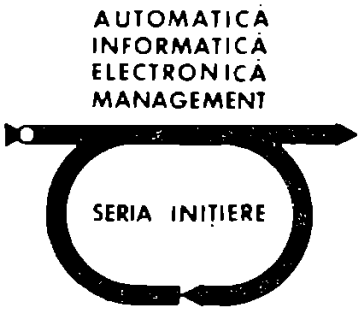
Dániel Csabai

Tehnica sonorizării

editura tehnică


AUTOMATICĂ
INFORMATICĂ
ELECTRONICĂ
MANAGEMENT
SERIA INIȚIERE

SERIA INIȚIERE

Automatică-Informatică-Electronică-Management

DONALD CUTLER
INIȚIERE ÎN PROGRAMAREA CALCULATOARELOR
Traducere din lb. engleză — S.U.A.
JOHN S. MURPHY
INIȚIERE ÎN PROGRAMAREA CALCULATOARELOR NUMERICE
Traducere din lb. engleză — S.U.A.
T.D. TRUIT, A. E. ROGERS
INIȚIERE ÎN CALCULATOARE ANALOGICE
Traducere din lb. engleză — S.U.A.
R. R. ARNOLD, H. C. HILL, A. V. NICHOLS
INIȚIERE ÎN PRELUCRAREA DATELOR
Traducere din lb. engleză — S.U.A.
J. SHUBIN
INIȚIERE ÎN CONDUCEREA ÎNTREPRINDERILOR
Traducere din lb. engleză — S.U.A.
E. VASILIU
INIȚIERE ÎN DISPOZITIVELE SEMICONDUCTOARE
D. STANOMIR
INIȚIERE ÎN ELECTROACUSTICĂ
W. TRUSZ
ABC-UL REPARĂRII RADIORECEPTOARELOR
Traducere din lb. polonă (Ciclul ABC-uri)
A. POPA
ABC DE PROTECȚIA MUNCII (ciclul ABC-uri)
MARGARETA DRĂGHICI
INIȚIERE ÎN COBOL
STELIAN NICULESCU
INIȚIERE ÎN FORTRAN
PAUL CONSTANTINESCU ȘI ZAHARIA NICOLAE
INIȚIERE ÎN ORGANIZAREA ȘI PROIECTAREA SISTEMELOR DE CONDUCERE
I. V. DUMITRESCU ș.a.
INIȚIERE ÎN TELEPRELUCRAREA DATELOR
I. CREȚU
INIȚIERE ÎN ESTETICA PRODUSELOR (Ciclul ABC-uri)
E. AISBERG
ABC DE RADIO ȘI TELEVIZIUNE
Traducere din limba franceză
J. D. WARNIER, B. MI FLANAGAN
INSTRUIRE ÎN PROGRAMARE
Traducere din limba franceză
I. H. BERNHARD, B. KNUPPERTZ
INIȚIERE ÎN TIRISTOARE
Traducere din limba germană
W. DEPPEERT, K. STOLL
INIȚIERE ÎN PNEUMOAUTOMATICĂ
Traducere din limba germană
E. VASILIU
INIȚIERE ÎN RADIOELECTRONICA CUANTICĂ
V. POPESCU
INSTRUIREA PROGRAMATĂ ÎN CALCULATOARE NUMERICE
ȘT. BÎRLEA
INIȚIERE ÎN CIBERNETICA SISTEMELOR INDUSTRIALE
A. CARABULEA
INIȚIERE ÎN INGINERIA SISTEMELOR INDUSTRIALE
I. PAPADACHE
AUTOMATIZĂRI INDUSTRIALE, INIȚIERE, APLICAȚII
ȘT. NICULESCU
FORTRAN INIȚIERE ÎN PROGRAMARE STRUCTURATĂ
J. FORRESTER
PRINCIPIILE SISTEMELOR: TEORIE ȘI AUTOINSTRUIRE PROGRAMATĂ
Traducere din l. engleză — S.U.A.
P. DRANSFIELD, D. F. HABER
INSTRUIRE PROGRAMATĂ ÎN METODA LOCULUI RĂDĂCINILOR
R. BÂRSAN
DISPOZITIVE ȘI CIRCUITE INTEGRATE CU TRANSFER DE SARCINĂ
D. Roddy
INIȚIERE ÎN MICROELECTRONICĂ
Traducere din lb. engleză.

Csabai Dániel

TEHNICA SONORIZĂRII

traducere din limba maghiară

Editura tehnică
București

© Csabai Dániel, Budapest, 1980
Műszaki Könyvkiadó

Hangtechnika amatőröknek

Traducere: ing. **Szatmáry Imre**
Redactor: ing. **Smaranda Dimitriu**
Tehnoredactor: **Trăsnea Maria**
Coperta: **Simona Dumitrescu**

Bun de tipar: 29.03.1983. Coli de tipar: 18,50.
C.Z. 621.39:68.8:689.

Tiparul executat sub comanda nr. 470/1982,
la Întreprinderea Poligrafică „Crișana",
Oradea, str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România

Cuvînt înainte

În deceniul al şaptelea, tehnica sunetului din Republica Populară Ungară a urmat o dezvoltare remarcabilă. Chiar dacă producţia aparatelor electroacustice autohtone a rămas sub nivelul mondial, procurarea acestora din import s-a accelerat; şi odată cu aceasta şi dotarea cu mijloace electroacustice ale diferitelor instituţii de cultură şi a amatorilor, ca şi cum aceasta s-ar fi obţinut pe baza producţiei fabricilor maghiare.

Extinderea pe o arie mai largă a aparaturii moderne, a atras după sine sporirea numărului aparatelor Hi-Fi şi stereofonice. Cu toate că faţă de nivelul tehnic european, mai sînt unele domenii tehnice semnificative, care necesită a fi completate, este un fapt că la finele deceniului al şaptelea, în dotarea amatorilor şi instituţiilor culturale maghiare, deja o treime din aparatura electroacustică era de calitate Hi-Fi şi stereo.

Extinderea şi utilizarea aparatelor moderne şi de calitate ridicată implică, însă, o problemă specifică: îndrumarea deţinătorilor şi utilizatorilor asupra folosirii şi exploatării acestor mijloace.

Nu demult, în urmă cu opt-zece ani erau produse magnetofoane, picupuri şi radioreceptoare de construcţie simplă, mai ales de fabricile maghiare. Amatorului, care a folosit un magnetofon BRG sau Terta cu şase-opt organe de acţionare, un magnetofon Akai sau Sony, care au douăzeci şi cinci — treizeci organe de acţionare, i se pare bordul complicat al unui avion.

Exemplul dat este luat la întîmplare din foarte multe altele. Manipularea, întreţinerea şi utilizarea corectă a aparatelor electroacustice, implică multe cunoştinţe tehnice.

În literatura de specialitate din patria noastră, încercăm în primul rînd, să prezentăm utilizatorilor o imagine cuprinzătoare asupra mijloacelor de transmisie, înregistrare, redare şi a tehnicii de utilizare ale acestora.

Evident, în cadrul unei cărţi date, nu ne putem angaja să prezentăm modul de utilizare şi de exploatare a tuturor aparatelor electroacustice existente în ţară, aceasta ar necesita mai multe asemenea cărţi.

Din mulțimea diferitelor tipuri de aparate și mijloace electroacustice, vom prezenta noțiuni despre utilizarea și manipularea acelor tipuri care sînt cele mai reprezentative.

Independent de marca și tipul aparatelor electroacustice, ele au o trăsătură comună: în cadrul aceluiași fel de mijloace destinația acestora este aceeași, de exemplu orice magnetofon va folosi pentru înregistrarea sau redarea magnetică a sunetului, sau orice amplificator va servi pentru mărirea nivelului semnalului, care se aplică la intrarea sa etc.

Aceste trăsături comune ușurează într-o oarecare măsură însușirea cunoștințelor necesare. Pe baza experienței practice, se poate afirma că este suficientă cunoașterea, de către amator sau profesionist, a patru-cinci tipuri de aparate din cadrul unei categorii, astfel cu acest bagaj de cunoștințe să poată, în timpul cel mai scurt, să-și însușească noi cunoștințe despre alte tipuri de aparate.

Pornind de la aceste considerente am elaborat această carte, al cărei conținut — sperăm — va fi util și instructiv pentru cititorul interesat.

CSABAI DÁNIEL

CUPRINS

Cuvînt înainte 5
Introducere 11

1. Mijloace de transmisie în tehnica sunetului 10 15

1.1. Surse de semnale 16
1.1.1. Microfoane 17
— Caracteristicile acustice și electrice ale microfoanelor . 20
— Microfonul cu bobină mobilă (dinamic) 24
— Microfonul cu bandă 28
— Microfonul condensator 30
— Microfonul cu electret 34
1.1.2. Utilizarea microfoanelor 37
1.1.3. Tehnica microfoanelor 45
1.1.4. Doze de redare 53
— Caracteristicile mecanice și electroacustice . . . 54
— Dozele cu cristal 57
— Dozele ceramice 60
— Dozele magnetice 60
— Dozele electrodinamice 64
— Doza condensator 65
— Utilizarea dozelor 67
— Montarea, exploatarea și întreținerea 70
1.1.5. Capete de magnetofon 72
— Caracteristici calitative 74
— Capul de ștergere 76
— Capul de înregistrare 77
— Capul de redare 79
— Capul combinat 81
— Capete de magnetofon compuse 82
— Montarea și reglarea capetelor de magnetofon . . . 82
1.2. Amplificatoare de audiofrecvență 86
1.2.1. Caracteristicile calitative generale 87
1.2.2. Preamplificatoare de microfon 91
— Preamplificatoare cu tuburi electronice 92
— Preamplificatoare cu tranzistoare 96
— Preamplificatoare cu circuite integrate 99
1.2.3. Preamplificatoare pentru doze de picup 101
— Preamplificatoare cu tuburi electronice 104

— Preamplificatoare tranzistorizate 105
— Preamplificatoare cu circuite integrate 109
1.2.4. Preamplificatoare pentru capete magnetice 111
— Preamplificatoare tranzistorizate 113
— Amplificatoare cu circuite integrate 114
— Amplificatoare de redare tranzistorizate 116
— Amplificatoare de redare cu circuite integrate 119
1.2.5. Amplificatoare de tensiune 120
— Amplificatoare cu tuburi electronice 121
— Amplificatoare de tensiune cu tranzistori 123
— Amplificatoare de tensiune cu circuite integrate 124
1.2.6. Corectoare de tonalitate 129
— Corectoare de ton pasive 132
— Corectoare de ton cu tuburi electronice 134
— Corectoare de ton active cu tranzistoare 135
— Corectoare de ton active cu circuite integrate . . 136
1.2.7. Amplificatoare de putere 139
— Etaje finale cu tuburi electronice 141
— Etaje finale cu tranzistoare 143
— Etaje finale cu circuite integrate 145
1.3. Radiatoare acustice 146
1.3.1. Caracteristici calitative generale 147
1.3.2. Difuzoare 148
— Radiatoare acustice pentru frecvențe joase 152
— Radiatoare acustice pentru frecvențe medii 154
— Radiatoare acustice pentru frecvențe înalte 155
— Radiatoare acustice de bandă largă 157
1.3.3. Panouri acustice 158
1.3.4. Incinte acustice 159
— Incinte acustice închise 161
— Incinte acustice cu deschidere (reflexe) 162
— Labirinte acustice 164
— Pîlnii acustice 165
1.3.5. Sisteme de difuzoare 167
— Sisteme cu o cale 168
— Sistemul cu două căi 169
— Sistemul cu mai multe căi 171
1.3.6. Căști acustice 174

2. Aparate pentru redarea și înregistrarea sunetului 177

2.1. Picupul 178
2.1.1. Norme internaționale 179
2.1.2. Caracteristici calitative 182
2.1.3. Construcția picupului 184

— Sistemul de antrenare 190
— Motorul de antrenare 192
— Brațul picupului 193
— Circuite de reglaj 198
2.1.4. Tipuri de picup 202
— Picupuri fără amplificator de putere 202
— Picupuri cu amplificator de putere încorporat 204
— Picupuri de calitate Hi-Fi 206
2.1.5. Întreținerea și exploatarea picupurilor 211
2.2. Aparate de radiorecepție 213
2.2.1. Norme internaționale 214
2.2.2. Caracteristici calitative 216
2.2.3. Schemele bloc de radioreceptoare 218
— Etajele radioreceptorului 219
— Etajele amplificatoare de audiofrecvență 226
— Alimentatorul 228
2.2.4. Tipuri de radioreceptoare 230
— Radioreceptoare MA 230
— Radioreceptoare MF 231
— Radioreceptoare pentru MA și MF 232
2.2.5. Întreținerea și exploatarea radioreceptoarelor 235
2.3. Magnetofonul 236
2.3.1. Norme și recomandări internaționale 237
2.3.2. Caracteristici calitative 240
2.3.3. Construcția magnetofoanelor 245
— Sistemul de antrenare 245
— Ghidajele benzii și blocul capetelor magnetice 252
— Unitățile amplificatoare 254
— Automatică de comandă 256
— Alimentatorul 257
2.3.4. Tipuri de magnetofoane 258
— Magnetofoane cu role de uz comun 258
— Magnetofoane Hi-Fi cu role 260
— Magnetofoane cu casete sistem Compact Cassette . . . 261
— Magnetofoane sistem Cartridge 268
2.3.5. Întreținerea și exploatarea magnetofoanelor 269
2.4. Instalațiile de amplificare 274
2.4.1. Schema instalației de amplificare 274
2.4.2. Tipuri de amplificatoare 277
— Amplificatoare mono 278
— Amplificatoare stereo 279
— Amplificatoare cuadrofonice 280
2.4.3. Exploatarea și întreținerea amplificatoarelor 281

3. **Purtătorii de sunet** 283
3.1. Discul fonografic 283
3.1.1. Caracteristicile tehnice ale discurilor 284
3.1.2. Folosirea, păstrarea și întreținerea discurilor 285
3.2. Banda magnetică 287
3.2.1. Folia purtătoare și stratul magnetic purtător al informației 287
3.2.2. Caracteristici calitative 289
3.2.3. Tipuri de benzi magnetice 291
— Benzi pentru magnetofoane cu role 291
— Benzi pentru casetofoane 292
3.2.4. Tratamentul și păstrarea benzilor magnetice 294

Introducere

Tehnica sunetului este o ramură a electroacusticii, care se ocupă cu aparatura, instalațiile, procedeele de exploatare și întreținere a tuturor mijloacelor tehnice care sînt legate de sunet. Prin procedeele tehnicii sunetului vom înțelege orice mijloace tehnice de prelucrare acustică sau electroacustică, care face posibilă realizarea scopului propus (înregistrarea, redarea, amplificarea, difuzarea etc.).

În această carte, ne vom ocupa, în primul rînd, de mijloacele tehnicii sunetului de largă utilizare (neprofesionale), de principiul de funcționare și folosire ale acestora. În general, în practica tehnicii sunetului sînt cuprinse transductoarele, reproducătoarele, aparatele și mijloacele de înregistrare, de redare și purtătorii aferenți de sunet, instalațiile de amplificare și sonorizare, și alte subansamble auxiliare, utile acestor mijloace.

Fiecare aparat sau mijloc va fi examinat ca un tot unitar, facilitînd astfel utilizatorului, înțelegerea destinației sau rolului, pe care acesta îl are pe parcursul transmisiei și prelucrării sunetului.

În general, aparatele și mijloacele electroacustice le putem împărți în patru grupe:

1. Mijloace de transmisie
2. Surse de program
3. Purtători de sunet
4. Mijloace ajutătoare, auxiliare

Gruparea de mai sus nu se bazează pe o împărțire arbitrară, ci s-a făcut după criteriul scopului și destinației mijloacelor respective.

Din prima grupă fac parte toate mijloacele și aparatele cu funcționare continuă în timp — așa-numita: transmisie sau reproducere „liniară" a sunetului. Din această grupă fac parte:

a) Surse de semnale

b) Amplificatoare

c) Difuzoare acustice.

În figura 1 se arată schematic mijloacele și aparatele, care fac parte din prima grupă.

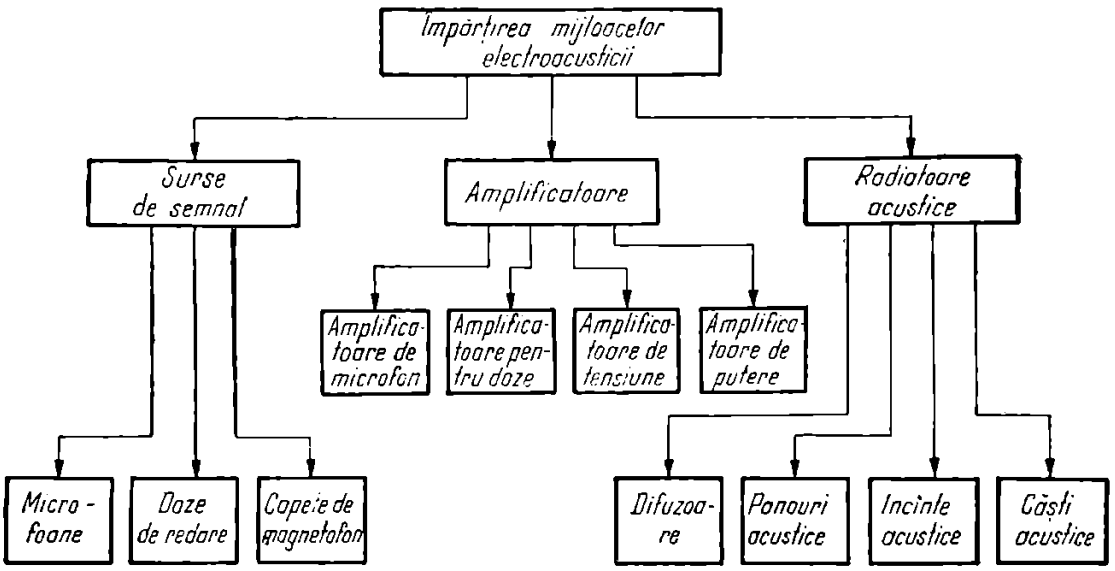


Figura 1 — Împărțirea mijloacelor electroacusticii — schema bloc.

Din grupa a doua fac parte acele aparate sau instalații a căror destinație principală este înregistrarea, redarea, respectiv reproducerea programelor sonore.

Majoritatea aparatelor din această grupă au funcționare temporară, și servesc la redarea sau reproducerea programelor numite „cu depozitare". Și acestea se pot împărți în trei tipuri:

a) Picupuri

b) Aparate de radiorecepție

c) Magnetofoane.

La împărțirea surselor de program nu am ținut seamă, aici, de receptorul TV și telefon, care din punct de vedere electroacustic sînt pe plan secundar. În figura 2 se arată schematic aparatele, care aparțin acestei grupe.

Din grupa a treia fac parte purtătorii de sunet, de importanță covîrșitoare în procesul înregistrării și redării programelor sonore care reprezintă auxiliare, complementare, fără de care funcționarea picupurilor sau a magnetofoanelor ar fi de neconceput. Acestea sînt:

a) Discurile

b) Benzile magnetice

c) Discurile magnetice.

În figura 3 se poate vedea clasificarea schematică a purtătorilor de sunet.

Din grupa a patra fac parte mijloacele auxiliare, care pot fi de diferite feluri. Fără a le cuprinde pe toate, enumerăm următoarele:

a) Alimentatoare

b) Adaptoare pentru semnale audio

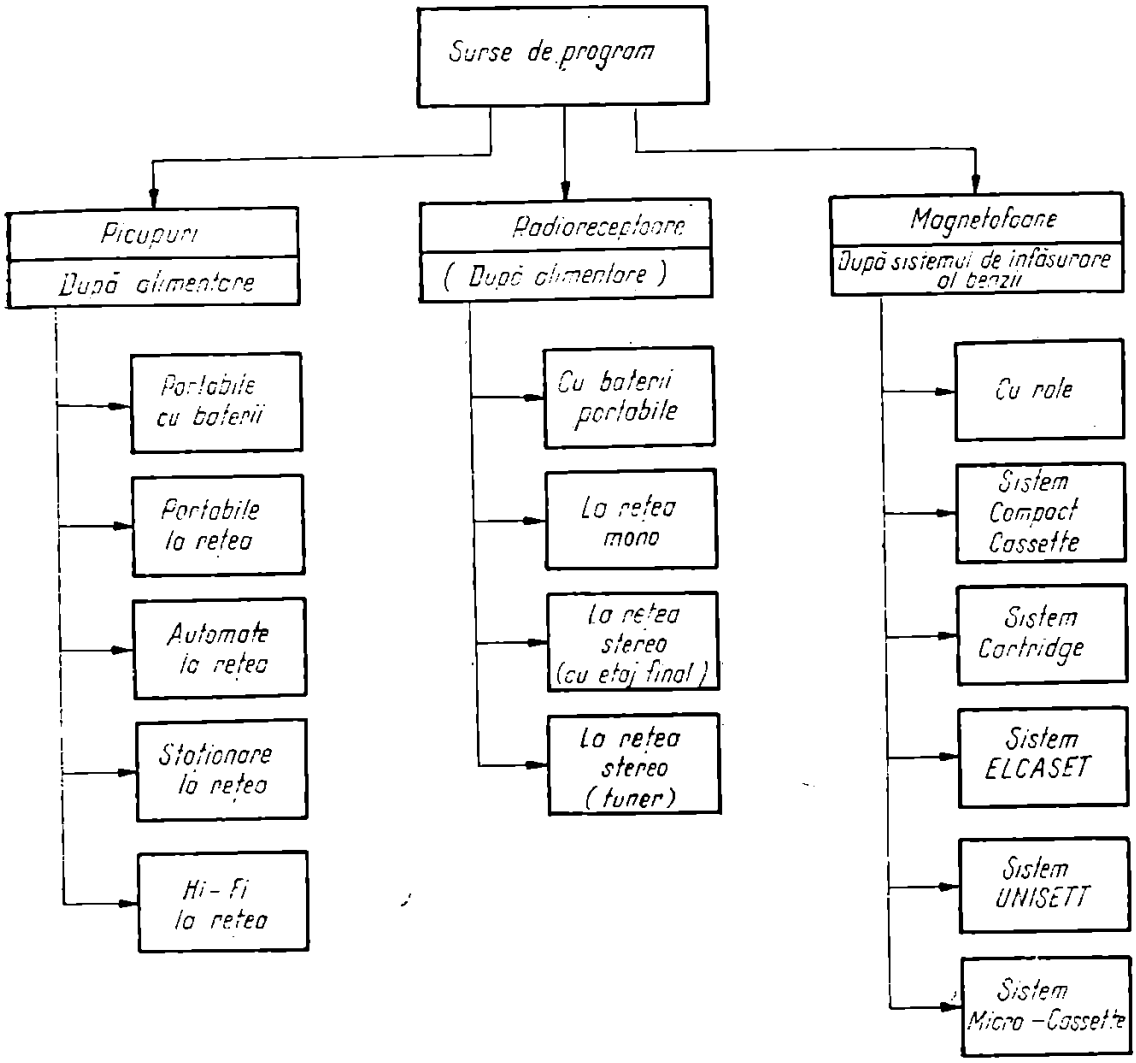


Figura 2 — Împărțirea surselor de program — schema bloc.

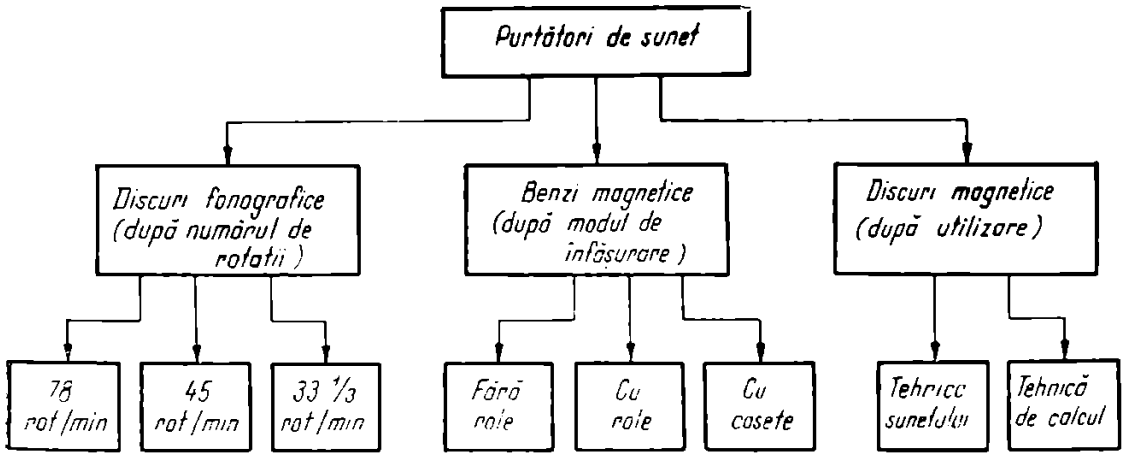


Figura 3 — Împărțirea purtătorilor de sunet — schema bloc.

c) Mixere audio

d) Cable și mufe audio

e) Transformatoare — adaptoare de impedanțe

f) Role cu bandă magnetică, cutii pentru păstrat benzi

g) Ustensile pentru lipit benzi

h) Masă de montaj pentru benzi

i) Ustensile pentru șters și curățat discuri

j) Ustensile pentru șters capetele magnetice și ghidajele

k) Capete de bandă — colorate

l) Adezivi pentru lipirea benzilor.

Multitudinea acestor mijloace auxiliare nu ne permite să realizăm o figură ilustrativă.

Capitolul 1

Mijloace de transmisie în tehnica sunetului

Mijloacele de transmisie utilizate în practica tehnicii sunetului au o trăsătură comună, principală, aceea că aparatele, care aparţin acestei grupe, nu se pot utiliza separat; pentru a se crea un lanţ de transmisie este necesară interconectarea mai multor asemenea aparate, pentru a se asigura astfel, transmiterea continuă a programelor sonore.

Pentru ca diferitele aparate şi mijloace electroacustice, care se conectează între ele, să determine existenţa unui lanţ de transmisie, trebuie îndeplinite următoarele cerinţe:

1. Este necesară o sursă de semnal, care are rolul de a:

a) transforma oscilaţiile mecanice sonore în oscilaţii electrice — semnale de audiofrecvenţă —

sau

b) genera semnale proprii, care după amplificare se pot transforma în oscilaţii mecanice sonore.

2. Semnalele produse de sursa de semnal corespunzătoare, trebuie amplificate la un nivel mai ridicat,

a) cu ajutorul unui aparat amplificator, care este alcătuit din etaje de amplificare de nivel mic — amplificatoare de tensiune —, precum şi etaje de amplificare de nivel mare — amplificatoare de putere sau etaje finale —

b) cu etaje amplificatoare de nivel mic — amplificatoare de tensiune —, care pot comanda etaje de putere (finale).

3. Ieşirea etajelor de putere — finale — trebuie terminată cu o sarcină corespunzătoare (consumatorul), care nu este altceva decît difuzorul. Acesta are rolul de a transforma oscilaţiile electrice de audiofrecvenţă în oscilaţii mecanice — sunete. Aceste aparate numite şi transductoare electroacustice pot fi:

a) simple difuzoare

b) difuzoare prevăzute cu panouri acustice de dimensiuni şi forme corespunzătoare

c) difuzoare prevăzute cu incinte (boxe) acustice

d) căşti acustice

Lanţul de transmisie electroacustic este format de regulă din aparate interconectate între ele cu conductoare (cable ecranate), dar poate fi alcătuit şi din aparate între care legătura este realizată cu mijloace de radioemisie-recepţie; acest sistem nu se foloseşte în practica instalaţiilor de uz comun (domestice).

Lanţul de radiodifuziune sonoră: instalaţia de radioemisie — radioreceptorul; nu se consideră ca mijloace a tehnicii sunetului, deşi radioreceptorul se utilizează, uneori, ca sursă de semnal (program).

1.1. SURSE DE SEMNALE

Din punct de vedere al principiului de funcţionare, sursele de semnale de audiofrecvenţă se pot grupa în trei categorii principale.

Din prima categorie fac parte transductoarele electromecanice: microfoanele şi dozele de redare. Din a doua categorie fac parte transductoarele magnetoelectrice; capetele de magnetofon, iar din a treia categorie sînt generatoarele de audiofrecvenţă (de exemplu: instrumentele muzicale electronice).

Microfoanele captează sunetele, care se produc în spaţiul înconjurător, transformînd oscilaţiile acustice (mecanice) în oscilaţii electrice, obţinîndu-se la bornele acestora semnale electrice de audiofrecvenţă. Dozele de redare pot avea două roluri: un tip şi anume dozele de picup, transformă mişcarea mecanică ce o sesizează vîrful de redare aflat în şanţul modulat după suprafaţa discului în mişcare, în semnale electrice; al doilea tip, transformă vibraţiile coardelor metalice ale unor instrumente muzicale în semnale electrice (cum ar fi doza de redare a unei chitare electrice).

Transductoarele magnetoelectrice, care aparţin celei de a doua categorii, transformă semnalele electrice în fluxuri magnetice ce creează pe banda magnetică o magnetizare remanentă, cînd este vorba de un cap de înregistrare, sau din variaţia magnetismului benzii alcătuiesc semnale electrice, în cazul capului de redare.

În cea de a treia categorie sînt generatoarele de semnale, în principal semnale pur sinusoidale, ce servesc de regulă la măsurarea caracteristicilor calitative ale lanţului electroacustic sau la creerea unor efecte sonore. Semnalele generate de instrumentele electronice muzicale nu fac obiectul cărţii de faţă.

1.1.1 MICROFOANE

Dintre diferitele tipuri de surse de semnale, cele mai importante sînt microfoanele. Aceste aparate electroacustice sînt singurele capabile să capteze oscilațiile sonore naturale, din care motiv se mai numesc surse de semnale primare.

Microfonul transformă energia mecanică a oscilațiilor sonore în energie electrică. Microfoanele se pot clasifica după mai multe criterii:

1. Din punct de vedere al principiului fizic de funcționare
2. Din punct de vedere acustic
3. După principiul de funcționare
4. După tipul constructiv
5. După caracteristicile de directivitate
6. După impendanța de ieșire

După criteriile de mai sus au primit denumirea diferitele tipuri de microfoane.

— Din punct de vedere al **principiului fizic de funcționare,** deosebim două tipuri de microfoane. Primul tip este format din microfoanele, care funcționează prin comandarea (controlarea) unei surse de curent continuu. Din acest tip fac parte microfoanele cu cărbune, care sînt de obicei utilizate în telefonie. Al doilea tip — categoria cea mai însemnată — sînt microfoanele, care funcționează pe principiul transformării energiei. În această categorie se pot grupa toate microfoanele utilizate în electroacustică.

— Din **punct de vedere acustic,** de asemenea distingem două grupe de microfoane. În prima grupă considerăm microfoanele sensibile la presiunea acustică. Aceste tipuri se mai numesc microfoane de presiune. Membrana acestui tip de microfon vibrează în fața unei incinte acustice închise și primește presiunea acustică dintr-o singură direcție (din fața membranei). Din grupa a doua fac parte microfoanele sensibile la viteză. Aceste tipuri se mai numesc microfoane de viteză. Membrana acestui tip de microfon primește presiunea acustică pe ambele fețe. Prin urmare membrana va vibra în funcție de diferența presiunilor acustice ce iau naștere pe fețele membranei. Astfel, membrana mobilă va prelua viteza particulelor de aer, obținîndu-se la bornele microfonului un semnal electric a cărui mărime este proporțională cu viteza modificării poziției membranei (viteza de oscilație a membranei). (Vezi figura 4.)

— După **principiul de funcționare** sînt cunoscute cinci tipuri de microfoane: cu rezistență variabilă, electrodinamice, electro-

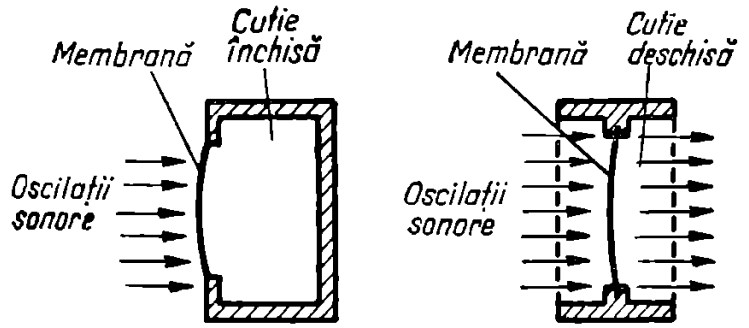


Figura 4 — Schița principiului de funcționare al microfonului sensibil la presiune și la viteză.

magnetice, electrostatice și piezoelectrice. Aceste tipuri sînt categorisite și după tipul constructiv.

— După tipul constructiv pot fi:

1. Cu rezistență variabilă:
   a) microfoanele cu cărbune
2. Electrodinamice:
   a) microfoane cu bobină mobilă
   b) microfoane cu bandă
3. Electromagnetice:
   a) microfoane cu bobina mobilă
4. Electrostatice:
   a) microfoane condensator
   b) microfoane cu electret
5. Piezoelectrice:
   a) microfoane cu cristal

— După **caracteristica de directivitate** distingem: microfoane cu caracteristică de directivitate simplă și microfoane cu caracteristică de directivitate compusă. Caracteristica de directivitate a microfonului reprezintă variația sensibilității sale într-un plan prestabilit și depinde de principiul de funcționare, de tipul constructiv, de dimensiunile geometrice etc.

În cazul microfoanelor de presiune, unde membrana închide o incintă acustică, sensibilitatea este aceeași în toate direcțiile, deci caracteristica de directivitate este circulară, sau omnidirecțională (vezi figura 5).

Membrana microfoanelor de viteză primește influența presiunii sonore pe ambele fețe, astfel caracteristica de directivitate este de forma a două cercuri tangente — asemănătoare cu cifra 8 (vezi figura 5, *c*).

Aceste două tipuri de caracteristici de directivitate sînt cele simple, deoarece sînt datorate principiului de funcționare acustic.

În majoritatea cazurilor cele mai utilizate tipuri de microfoane au caracteristică de directivitate compusă — sub formă de cardioidă. (Vezi figura 5)

Combinînd un microfon de presiune cu un microfon de viteză constructiv prin intermediul unor dispozitive, se obține o caracteristică de radiație compusă. Astfel, la microfonul cu caracteristică de radiație sub formă de cardioidă, o față a membranei este liberă în cîmpul sonor, iar fața posterioară are o porțiune liberă (microfon de viteză) și o porțiune care închide o incintă acustică (microfon de presiune).

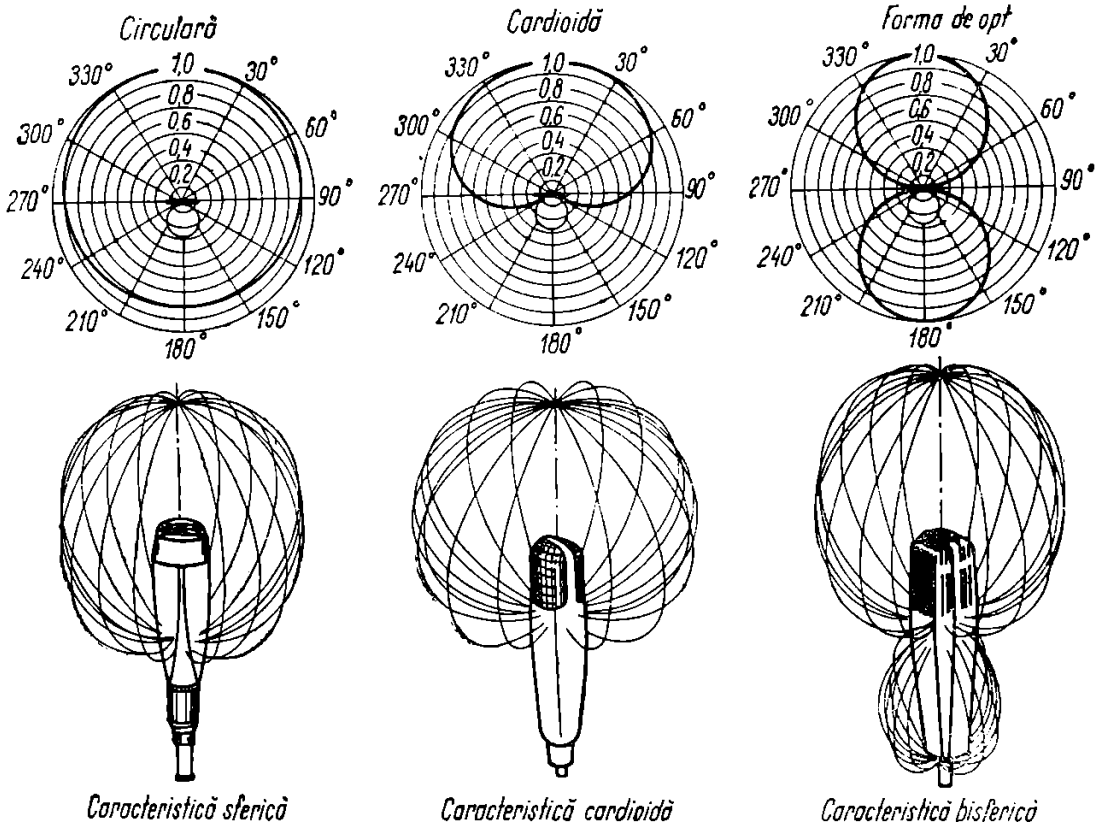
În general, deci, se cunosc trei tipuri de microfoane, care au caracteristica de directivitate:

a) de formă circulară sau sferică

b) de forma cardioidei

c) de forma cifrei opt sau dublu sferică

(N.T. — Nu se tratează microfoanele profesionale și cele destinate stereofoniei, precum nici problema directivității funcție de frecvență).



Figură 5 — Compararea caracteristicii de directivitate a diferitelor microfoane.

— După **impedanța de ieșire** se disting două tipuri de microfoane: de impedanță mică și de impedanță mare.

Microfoanele din primul tip au impedanța de 50 Ω; 150 Ω; 200—250 Ω; microfoanele din al doilea tip au impedanța cuprinsă între 20 KΩ . . . 50 KΩ.

Trebuie să atragem atenția că la această clasificare nu s-a ținut seama de impedanța transformatorului de adaptare a microfonului. Cu ajutorul transformatorului de adaptare se poate adapta impedanța de ieșire a microfonului la impedanța de intrare a amplificatorului. Uneori transformatorul de adaptare este încorporat chiar în carcasa microfonului, în acest caz impedanța la bornele microfonului este diferită de cea a microfonului propriu-zis.

Impedanța de ieșire a microfonului depinde în mare măsură de principiul de funcționare, dar și de modul în care este construit. Este important să cunoaștem valoarea acesteia, pentru a putea alege tipul de microfon în funcție de cerințele de adaptare la impedanța de intrare a amplificatorului.

În tehnica sunetului în funcție de tipul constructiv, caracteristica de directivitate și impedanța de ieșire, vom stabili în principiu, domeniul de aplicație al microfonului.

Dintre tipurile constructive în tehnica uzuală, cele mai des utilizate sînt microfoanele: cu bobină mobilă (dinamice), cu bandă, cu condensator și cu electret.

- **Caracteristicile acustice și electrice ale microfoanelor**

Proprietățile fizice ale diferitelor microfoane se pot aprecia cu ajutorul caracteristicilor acustice și electrice.

Dintre proprietățile acustice, cea mai importantă este directivitatea.

Cele mai importante caracteristici electrice, care influențează esențial calitatea transmisiunilor sonore sînt: sensibilitatea, caracteristica de frecvență, distorsiunile, zgomotul propriu și impedanța de ieșire.

Directivitatea

Se constată că diferitele tipuri de microfoane transformă diferit energia acustică în energie electrică, în funcție de direcția de unde provin oscilațiile acustice, chiar dacă intensitatea acestora din direcțiile considerate este aceeași.

În practică, de fapt intensitatea și frecvența oscilațiilor acustice, care ajung la membrana microfonului este diferită în funcție de direcția din spațiu.

Pentru a se putea analiza în mod unitar transformarea de către diferitele microfoane a oscilațiilor acustice în semnale electrice, este

util a se stabili o caracteristică, care să exprime sensibilitatea în funcție de frecvența și direcția din spațiu a oscilațiilor acustice.

Această caracteristică se numește directivitatea și este reprezentată grafic prin diagrama de directivitate. Diagrama de directivitate (vezi figura 5) reprezentată de obicei în coordonate polare, ne arată variația tensiunii semnalelor electrice la bornele microfonului în funcție de unghiul polar al sursei sonore cu intensitate constantă, sau variația sensibilității microfonului în funcție de unghiul polar. În diagrama polară se indică valorile relative ale tensiunii semnalului în raport cu direcția de sensibilitate maximă (cercurile concentrice).

Sensibilitatea*

Diferitele tipuri de microfoane, la membrana cărora ajunge aceeași presiune (sau intensitate) sonoră, vor debita la bornele lor diferite tensiuni de audiofrecvență. Astfel, dacă un microfon va debita 1 mV și un al doilea microfon 0,1 mV, la aceeași intensitate și frecvență a oscilațiilor sonore, vom aprecia că primul microfon este mai sensibil.

Înțelegem prin sensibilitatea microfonului, calitatea sa de a transforma cît mai eficient energia acustică în energie electrică. Cantitativ sensibilitatea se exprimă prin raportul dintre valoarea tensiunii efective u, obținute la bornele microfonului, exprimată în mV (1 mV$=10^{-3}$ V) și valoarea presiunii acustice p, exprimată în μbar (1 μbar$=10^{-6}$ bar), deci $S_m=u$ (mV)$/p$ (μbar).

Pentru exprimarea unitară a sensibilității diferitelor tipuri de microfoane, de obicei se consideră: presiunea acustică $p=0{,}0064$ μbar corespunzătoare unui nivel acustic de 30 dB, și frecvența de 1 000 Hz. Nivelul acustic, este o exprimare logaritmică a presiunii acustice, deci care ține seama de felul senzației auditive (care este logaritmică) și se exprimă cu formula: 20 log p/p_0 (dB), unde: p_0 este presiunea acustică de referință unanim adoptată ca pragul audibilității urechii umane la $f=1$ 000 Hz și numeric egală cu $p=0{,}0002$ μbar (1 bar$=0{,}1$ N/m^2).

În majoritatea cazurilor presiunea sonoră se exprimă prin valoarea sa relativă, prin nivelul acustic, adică în decibeli (dB).

Caracteristica de frecvență

Caracteristica de frecvență a microfonului, ca de altfel al oricărui aparat electroacustic, este o componentă de bază a calității transmisiei sunetului.

Pornind de la capacitatea auditivă a urechii umane, de a percepe oscilațiile acustice în domeniul frecvențelor de 20 ... 20 000 Hz,

* Paragraful este elaborat de traducător.

este de dorit ca și microfonul să poată transmite această bandă de frecvență — numită banda audiofrecvențelor. Prin urmare, un microfon ideal debitează la bornele sale aceeași tensiune, cînd membrana sa primește oscilații acustice de frecvențe diferite (cuprinse în banda audiofrecvențelor), avînd intensitatea constantă. Altfel spus, sensibilitatea microfonului ideal este constantă în această bandă.

Caracteristica de frecvență se mai numește și *răspunsul microfonului.* Ea se reprezintă grafic, în abscisă avînd frecvența (de regulă scară logaritmică), iar în ordonată nivelul tensiunii la bornele microfonului (de obicei exprimat în dB). Ca nivel de referință se consideră tensiunea debitată de microfon la frecvența de 1 000 Hz și nivelul acustic de 30 dB. Neuniformitatea caracteristicii de frecvență reprezintă valorile extreme (maximă și minimă) a tensiunii date de microfon în raport cu tensiunea de referință. Abaterea caracteristicii de frecvență față de valoarea de referință se exprimă de obicei în dB (figura 8). Valorile admisibile ale abaterii caracteristicii de frecvență sînt date în prospectul microfonului și depind de calitatea acestuia.

Distorsiunile neliniare

Din punct de vedere al fidelității transmisiei informațiilor sonore, este de dorit ca sunetele obținute la ieșirea din lanțul de transmisie să conțină numai frecvențele introduse la intrarea în acest lanț. În cazul microfonului, pe parcursul funcționării, semnalul electric de la bornele sale nu trebuie să conțină alte frecvențe decît acelea care sînt conținute în semnalul acustic.

În realitate transformarea nu este perfectă și apar și frecvențe armonice superioare în spectrul semnalului electric. De fapt, se produce o deformare a formei sinusoidale perfecte, care duce la apariția armonicilor. Această deformare a semnalului, care are ca rezultat apariția armonicilor se numește distorsiune neliniară. Urechea umană este sensibilă la distorsiunile neliniare, pe care la 2% le sesizează, iar peste 10% face neplăcută audiția. Distorsiunile neliniare sînt mai supărătoare în cazul programelor muzicale. Valoarea distorsiunilor neliniare depinde de intensitatea acustică și de frecvență.

În tehnica modernă a microfoanelor se obțin valori ale distorsiunilor neliniare de cca 1% la o intensitate sonoră cuprinsă între 30 . . . 120 phoni. Microfoanele profesionale (Hi-Fi și pentru studiouri) au distorsiuni sub 0,5% în banda de 20 . . . 20 000 Hz.

Raportul semnal/zgomot

Calitatea transmisiei prin microfon este afectată de zgomotul propriu al acestuia.

Zgomotul poate să provină din microfonul propriu-zis (sau) și din preamplificatorul atașat microfonului (unde este cazul). Micro-

foanele condensator și cu electret au rezistență de ieșire foarte mare, produc o tensiune de zgomot relativ mare (proporțională cu radicalul acestor rezistențe), care se aplică împreună cu semnalul util, preamplificatoarelor. În cazul microfoanelor cu bobină mobilă rezistența înfășurării este sursa tensiunii de zgomot.

Zgomotul propriu al microfonului se poate pune în evidență prin raportul semnal/zgomot. Adică, raportul dintre tensiunea utilă și cea de zgomot la o presiune acustică stabilită, raport care se exprimă de obicei în dB. În cazul microfoanelor de calitate se obține la o presiune de 1 μbar raportul semnal/zgomot de 60 dB (adică de 1 000 ori).

Rezistența internă

Rezistența internă a microfoanelor depinde de principiul de funcționare și de tipul constructiv al acestora. În majoritatea cazurilor rezistența internă este chiar impedanța de ieșire a microfonului. În cazul în care se face specificarea puterii electrice pe care o poate debita microfonul trebuie să se stabilească valoarea rezistenței la care se referă acest nivel de putere.

În funcție de valoarea rezistenței interne vom putea aprecia lungimea admisibilă a cablului de legătură dintre microfon și preamplificator fără a afecta calitatea semnalelor.

Se știe că tensiunea de zgomot, care apare la bornele de intrare a preamplificatoarelor este cu atît mai mică cu cît rezistența de intrare este mai mică. Astfel, din acest punct de vedere sînt preferabile microfoanele cu rezistență internă mică.

La microfoanele cu rezistență internă mică se poate conecta un cablu de legătură mai lung, la cele cu rezistență internă mare un cablu de legătură mai scurt.

Capacitatea cablului de legătură

Este cunoscut faptul că în scopul reducerii zgomotelor, ce pot fi captate de către firele de legătură dintre diferitele aparate, în principal între microfon și preamplificator, aceste fire se ecranează — blindează — cu o tresă (împletitură) metalică, care se conectează la punctul de masă („pămînt") al preamplificatorului.

Între cele două fire ale perechii blindate, există o capacitate electrică, care crește odată cu lungimea. Această capacitate, care practic este în paralel cu impedanța de ieșire a microfonului va determina o scădere a benzii de frecvențe transmise în domeniul frecvențelor ridicate. Acest fapt este cu atît mai pregnant, cu cît impedanța de ieșire a microfonului este mai mare.

În cazul instalațiilor mai pretențioase se lucrează de regulă cu cable ecranate (de sunet) cu impedanța caracteristică de cca. 600 Ω (sau 1 500 Ω), la care se adaptează atît impedanța de ieșire a microfonului, cît și cea de intrare a preamplificatorului, situație în

care nu se mai poate considera capacitatea cablului. Sîntem în cazul liniei de transmisie adaptată.

• **Tipuri uzuale de microfoane**

Așa cum am mai amintit, în practica curentă se utilizează patru tipuri de microfoane:

a) Microfonul cu bobină mobilă (dinamic)

b) Microfonul cu bandă

c) Microfonul condensator

d) Microfonul cu electret

În continuare ne vom ocupa cu prezentarea și descrierea acestor tipuri de microfoane.

Microfonul cu bobină mobilă (dinamic)

În general microfonul dinamic se aseamănă ca principiu constructiv cu difuzorul dinamic.

Membrana realizată din mase plastice este susținută în fața polilor unui magnet permanent, cu ajutorul unei diafragme elastice.

Fața membranei este în contact direct cu masa de aer. În spatele membranei este fixată bobina cilindrică. Constructiv bobina se află așezată între polii magnetului, adică în fluxul magnetic constant creat de către aceștia. Dacă în masa de aer apar vibrații acustice, acestea vor acționa membrana și implicit bobina mobilă. Astfel spirele bobinei vor intersecta liniile cîmpului magnetic la capetele căreia va apare o tensiune electromotoare indusă de audiofrecvență.

Microfonul simplu cu bobină mobilă este sensibil la presiunea acustică. Caracteristica de frecvență depinde în mare măsură de forma și dimensiunile membranei; precum și de forma constructivă a microfonului. În diferitele microfoane cu bobină mobilă forma membranei utilizate poate fi: circulară, semisferică, conică, eventual de sector sferic. Microfoanele cu bobină mobilă pot fi realizate să fie sensibile și la viteză, avînd caracteristica de directivitate sub formă de opt (bisferă); cînd microfonul este de tipul combinat caracteristica de directivitate este de forma cardioidei.

Teoretic transformarea electrodinamică nu este însoțită de distorsiuni. În realitate apar însă unele distorsiuni, în special în cazul membranelor de suprafață mai mare. Este posibil ca undele sonore ce sînt produse de o sursă punctiformă, situată lateral de axa microfonului, să ajungă la suprafața membranei (de valoare relativ mare) după o întîrziere Δt (figura 7). Astfel, în cazul undelor sonore cu lungimea de undă mai mică decît diametrul membranei apar însemnate distorsiuni de fază în semnalul de audiofrecvență.

Dacă lungimea de undă a oscilațiilor sonore, care ajung la suprafața membranei, este egală cu diametrul acesteia, atunci presiunea exercitată pe partea membranei dinspre sursa sonoră va fi

compensată de către presiunea exercitată pe partea opusă, deoarece aceste presiuni sînt egale, dar în antifază. În asemenea situații tensiunea de audiofrecvență de ieșire este nulă. Ambele efecte, apariția distorsiunilor și anularea nivelului tensiunii de ieșire, sînt mai pronunțate la frecvențe înalte și produc micșorarea sensibilității microfonului la semnalele provenite din direcții laterale.

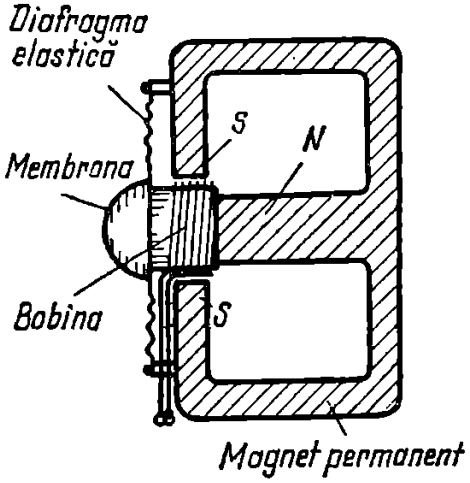


Figura 6 — Schița microfonului dinamic.

Diminuarea acestor efecte se poate efectua prin micșorarea suprafeței membranei. Cu cît suprafața membranei este mai mică cu atît aceste efecte nedorite se produc la frecvențe mai înalte. Se poate găsi o dimensiune convenabilă a suprafeței membranei, astfel încît efectele respective să se producă la frecvențe superioare (sau în afara) benzii de audiofrecvență, unde apariția lor nu mai este semnificativă.

Forma constructivă a carcasei microfonului influențează în primul rînd caracteristica de frecvență a microfonului. Din acest considerent forma sferică a microfonului sau cilindrică alungită (de „trabuc") sînt cele mai avantajoase. De altfel, sînt formele de microfon cel mai des întîlnite în prezent, în tehnica sunetului.

Microfoanele cu bobină mobilă, cum se mai numesc microfoanele dinamice, au sensibilitatea cuprinsă între 0,1 ... 0,2 mV/μbar, iar nivelul tensiunii de ieșire este foarte mic 0,1 ... 0,5 mV, de la caz la caz. Cum am mai arătat deja, impedanța de ieșire este între 20 ... 200 Ω. Datorită nivelului mic al tensiunii de ieșire microfonul nu se poate conecta la amplificator cu un cablu de lungime prea mare. Din acest motiv se aplică soluția ca după o lungime a cablului de microfon de maximum 2 m, să se conecteze în lanț un preamplificator sau un transformator de microfon, după care se prelungește cablul de microfon la lungimea necesară.

În microfoanele moderne fabricate în prezent, în multe cazuri sînt incorporate transformatoare de microfon, astfel microfonul se poate conecta la amplificator cu un cablu suficient de lung.

Caracteristica de frecvență a microfoanelor cu bobină mobilă este diferită de la tip la tip. Într-o bandă de frecvență dată caracteristica de frecvență este dependentă de forma și calitatea membranei și într-o oarecare măsură de forma carcasei (corpului) microfonului.

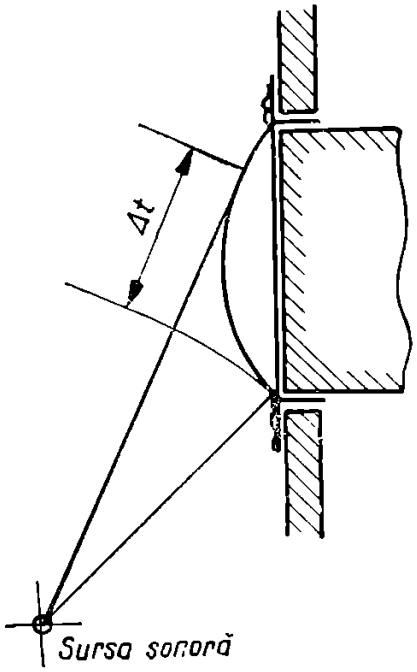


Figura 7 — Schița apariției diferenței de timp a undelor sonore ce ajung la membrana microfonului de la o sursă sonoră laterală.

În urmă cu zece-cincisprezece ani, membrana majorității tipurilor de microfoane, se realiza din folie de aluminiu, în prezent aproape fără excepție aceasta se produce din folie de mase plastice. Elasticitatea materialului din care este realizată membrana, inerția ei și modul de susținere, vor influența liniaritatea caracteristicii de frecvență.

Microfoanele de calitate medie, așa-numitele „microfoane pentru vorbă" au banda cuprinsă între 80 ... 12 000 Hz cu o abatere de $\pm 4 \ldots 6$ dB. Unele firme prezintă unele microfoane cu o caracteristică de frecvență cu bandă mai largă, dar cu toleranța abaterii mai mare; acestea în scopuri comerciale. De exemplu 60 ... 16 000 Hz cu ± 10 dB. Însă în mod corect trebuie, în asemenea cazuri, să interpretăm caracteristica astfel dată, ca una care corespunde unui microfon de bandă mai îngustă, adică: microfonul este de calitate medie.

Microfoanele cu bobină mobilă Hi-Fi, semiprofesionale, au banda de frecvențe între 60 ... 16 000 Hz cu abaterea de ± 4 dB, dar există multe tipuri cu banda mai mare și abatere mai mică. Asemenea microfoane sînt utilizate nu numai la transmiterea programelor vorbite ci și la transmiterea și înregistrarea programelor muzicale. Trebuie să menționăm, totuși, că microfoanele cu bobină

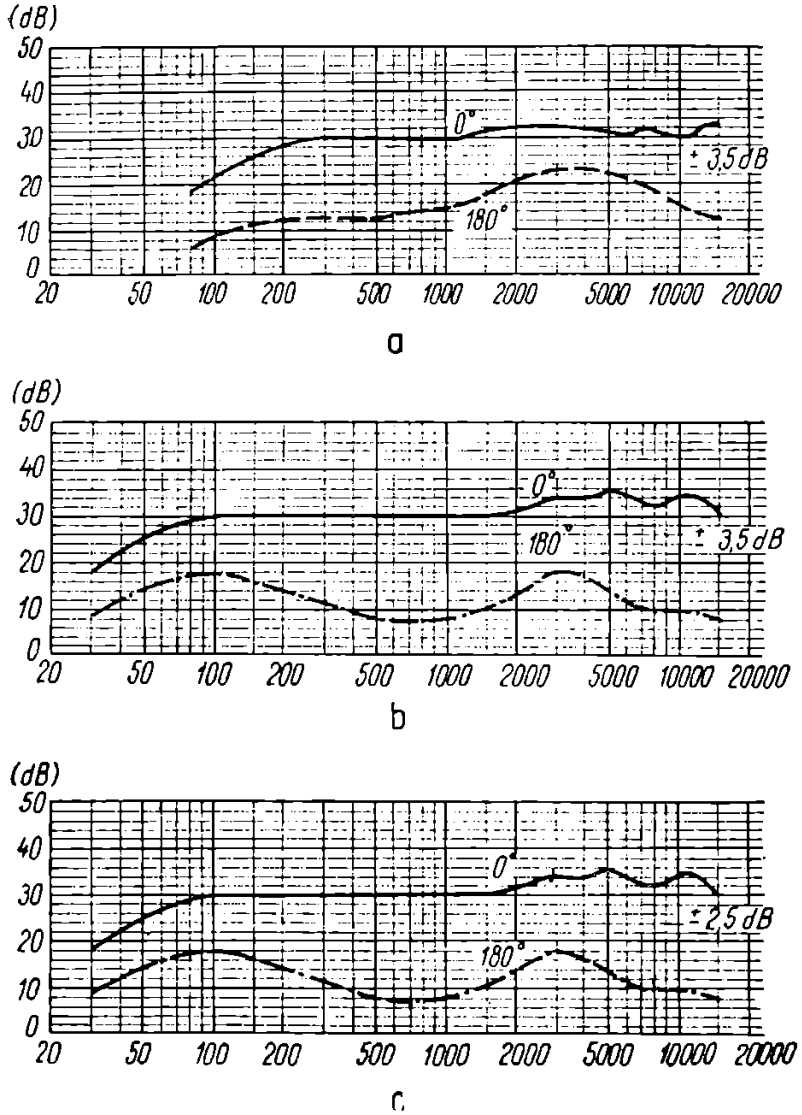


Figura 8 — Caracteristicile de frecvență ale microfoanelor dinamice, de calități diferite.
a) microfon pentru voce de calitate medie; *b*) microfon dinamic Hi-Fi; *c*) microfon dinamic de studio.

mobilă (dinamice) sînt utilizate de regulă pentru înregistrările (transmisiile) solo. Pentru orchestră, cor sau jocuri, nu este recomandabilă utilizarea unui singur microfon.

Teoretic, cum am mai amintit, transformarea electrodinamică nu este însoțită de distorsiuni neliniare. În practică, dimensiunile membranei vor influența, așa cum am mai arătat, apariția și mărimea distorsiunilor. Prin utilizarea, în microfoanele fabricate în prezent, a membranelor de suprafață relativ mică, chiar în cazul microfoanelor uzuale, distorsiunile nu sînt mai mari de 2%, iar la microfoanele semiprofesionale Hi-Fi 0,5 ... 1,5%, în banda de frecvențe dată.

Microfonul cu bandă

Este tot un microfon dinamic, principiul de funcționare fiind asemănător cu cel al unui microfon cu bobină mobilă. Bobina mobilă este înlocuită cu o bandă dintr-o folie foarte subțire de aluminiu, care se află plasată între polii unui magnet permanent (figura 9); banda are și rolul de membrană. Cînd banda este antrenată de către oscilațiile acustice, mișcîndu-se într-un cîmp magnetic, în ea se induce o tensiune electromotoare de audiofrecvență.

Rezistența internă proprie a benzii este foarte mică, în general 0,1 Ω. Din acest motiv tensiunea, care apare este deosebit de mică, și nu se poate transmite (chiar și la 1 . . . 2 m) decît cu ajutorul transformatorului de microfon, care este incorporat în microfon. Transformatorul de microfon, pe de o parte, are rolul de a ridica în secundar tensiunea de audiofrecvență, iar pe de altă parte, de a realiza adaptarea rezistenței interne foarte mici la impedanța cablului de microfon. Raportul de transformare este în general de 1 : 45, obținîndu-se astfel o impedanță de ieșire în jur de 200 Ω.

Microfoanele cu bandă pot fi realizate constructiv de tipul: de viteză, de presiune sau combinate. Dacă corpul (carcasa) microfonului este astfel realizată încît să permită undelor sonore să ajungă pe ambele fețe ale membranei-bandă, atunci se obține un microfon sensibil la viteză, care are o caracteristică de directivitate sub forma cifrei 8 sau dublu sferică. În cazul că membrana-bandă vibrează în fața unei incinte acustice închise, deci primește oscilațiile acustice numai pe o singură față, se obține un microfon sensibil la presiune, care are o caracteristică de directivitate circulară (sferică) sau omnidirecțională.

Microfoanele cu bandă moderne se realizează și cu caracteristică de directivitate tip cardioidă. La aceste microfoane incinta acustică în care este suspendată banda se împarte în două. O parte a benzii (membranei) este în legătură cu un labirint acustic închis

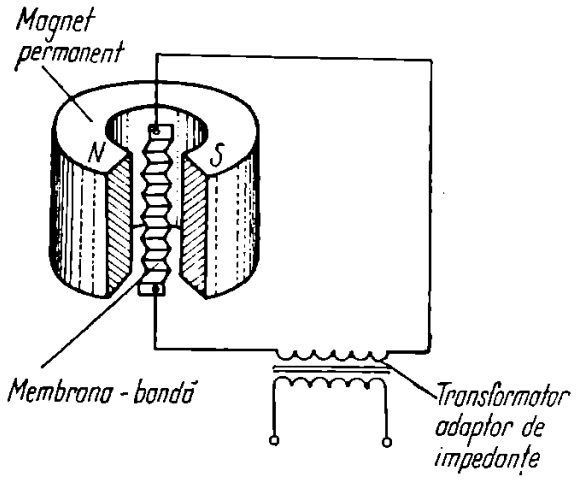


Figura 9 — Schița microfonului cu bandă.

şi funcţionează ca un microfon sensibil la presiune; cealaltă parte a benzii primeşte oscilaţiile din ambele părţi, deci se comportă ca un microfon sensibil la viteză. Se obţine un microfon combinat cu caracteristica tip cardioidă, deoarece constructiv cele două porţiuni ale benzii sînt legate din punct de vedere electric în serie, deci tensiunile electromotoare induse se adună. Dealtfel, prin însumarea caracteristicii circulare şi formei de opt se obţine forma de cardioidă.

Unele tipuri de microfoane cu bandă asigură caracteristici calitative deosebit de bune. Motiv principal, pentru care sînt des utilizate în tehnica studiourilor, deşi în ultimii ani se fabrică şi tipuri semiprofesionale Hi-Fi. Microfoanele de studio sînt utilizate atît pentru vorbă cît şi pentru muzică. Una dintre caracteristicile specifice ale microfonului cu bandă este aceea, că în cazul surselor apropiate de microfon se produce o accentuare a frecvenţelor joase, care în cazul transmiterii vocii, introduce o tentă sonoră ireală — în special la vocile bărbăteşti. Acest efect, în cazul transmisiunilor muzicale, este utilizat pentru favorizarea instrumentelor solo din domeniul frecvenţelor joase (grave). De exemplu, la înregistrările de jaz, ca microfon pentru contrabas sau chitară bas.

Utilizîndu-se microfoane cu caracteristica tip cardioidă se poate diminua influenţa unor zgomote (din spatele microfonului) sau compensa caracteristicile acustice ale unor săli, adică reduce efectul reverberaţiilor şi reflexiilor din unele încăperi (chiar din studiouri).

Acest tip de microfon se poate realiza şi cu o caracteristică ultradirecţională. Sensibilitatea microfoanelor cu bandă este în jurul de 0,1 mV/μbar. Caracteristica de frecvenţă a microfoanelor de calitate medie este 30 ... 14 000 Hz, cu abatere ± 6 dB, iar

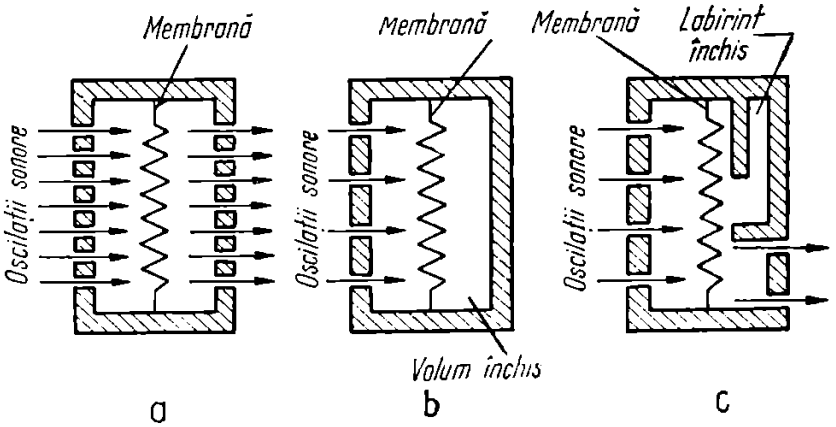


Figura 10 — Schiţa modurilor de realizare a celor trei feluri de microfoane cu bandă
a) Caracteristica formă de opt; b) Caracteristica circulară; c) Caracteristica cardioidă.

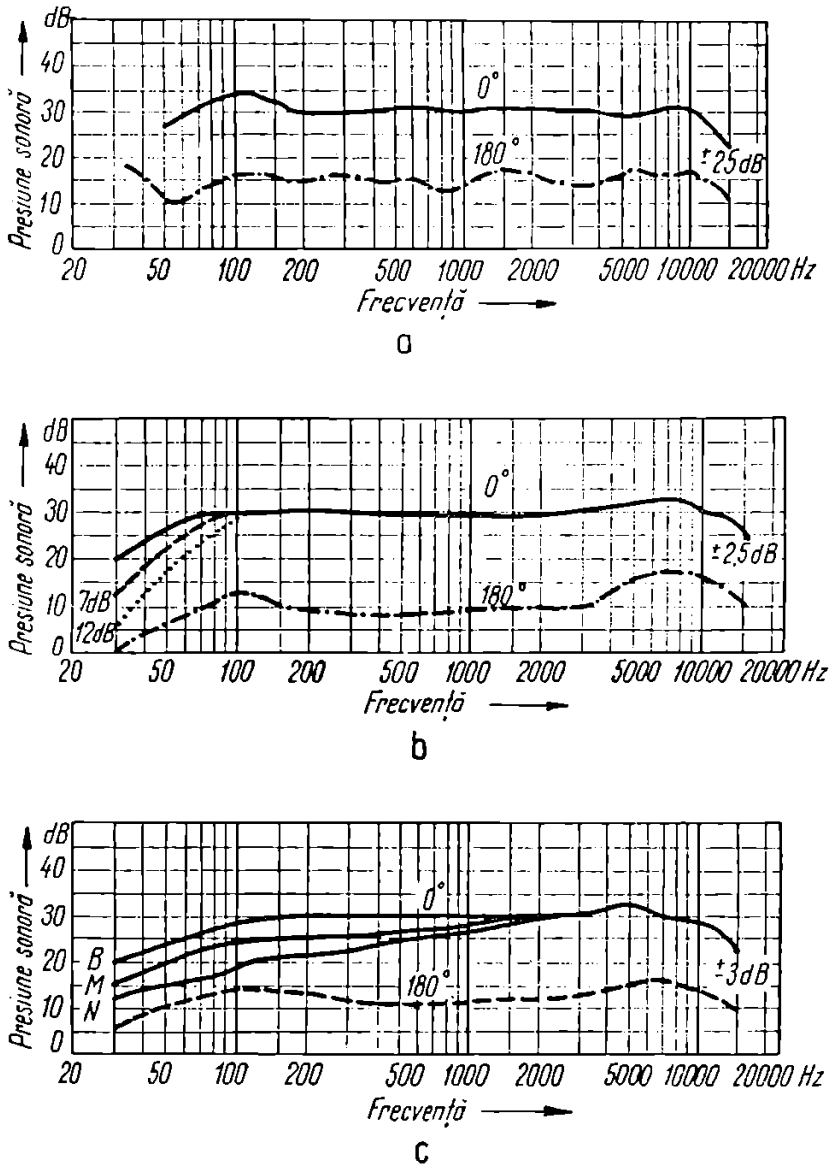


Figura 11 — Caracteristicile de frecvență ale microfoanelor cu bandă, de calități diferite.
a) microfon cu bandă uzual; *b*) microfon cu bandă Hi-Fi; *c*) microfon cu bandă de studio.

a microfoanelor profesionale 30 . . . 16 000 Hz, cu abatere ± 4 dB. Nivelul de zgomot propriu este mai mic decît al microfoanelor cu bobină mobilă ($\leqslant 0{,}2$ μV), iar distorsiunile sînt cuprinse între 0,5 . . . 1,5% de la tip la tip.

Microfonul condensator

Dintre diferitele categorii de microfoane care funcționează pe principii electrostatice, microfonul condensator este cel mai bun transductor. Principiul de funcționare al microfonului condensator se bazează pe variația capacității în funcție de oscilațiile sonore. Constructiv este format dintr-o incintă acustică, ce formează și

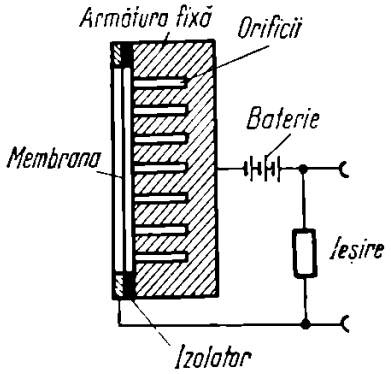


Figura 12 — Schița microfonului condensator.

armătura fixă, o membrană din masă plastică (mylar) metalizată, ce formează armătura mobilă a unui condensator. Odată cu vibrațiile mebranei mobile supusă oscilațiilor sonore, se modifică corespunzător și capacitatea electrică.

Între cele două armături este formată o pernă de aer, care are rolul de a readuce membrana în poziția inițială după ce s-a terminat acțiunea undei sonore. Pentru mărirea elasticității pernei de aer și deci a forței de readucere a membranei, se practică în masa armăturii mobile o serie de mici orificii (vezi figura 12). Aceste orificii nu influențează esențial valoarea capacității microfonului.

Armăturile condensatorului sînt polarizate printr-o rezistență de ordinul a unui MΩ de către o sursă de curent continuu. Cînd oscilațiile acustice determină membrana să vibreze se modifică capacitatea deci sarcina electrică a celor două armături și prin rezistență va trece un curent proporțional cu variația capacității. De la bornele rezistenței se va culege tensiunea de audiofrecvență.

Tensiunea de audiofrecvență fiind proporțională cu amplitudinea vibrațiilor membranei, rezultă că pentru aceiași presiune acustică, indiferent de frecvență, se obține același nivel al semnalului de ieșire. Această condiție este îndeplinită dacă masa membranei este foarte mică și este bine tensionată. Astfel, nu apar rezonanțe în alura caracteristicii de frecvență. Dimensiunile și masa membranei sînt astfel alese încît rezonanța proprie a acesteia se află la frecvențe superioare benzii de audiofrecvență, neinfluențînd caracteristica de frecvență a microfonului.

Amplitudinea vibrațiilor membranei bine tensionate este deosebit de mică, astfel inerția ei este neglijabilă. Din acest motiv, distorsiunile armonice ale microfonului condensator sînt foarte mici. În practică se întîlnesc valori cuprinse între 0,3 . . . 1% în funcție de tipul constructiv.

Rezistența internă a microfonului condensator este foarte mare, iar nivelul semnalului de ieșire este foarte mic. Fără amplificare, pe o impedanță de ieșire de 10 . . . 100 MΩ, nivelul semnalului este

de 0,05 . . . 1 mV, în funcție de presiunea sonoră. Ținînd seama de aceste caracteristici microfonul nu se poate conecta cu cablu de audiofrecvență, de lungime acceptabilă (0,5 . . . 1 m), fără a se afecta esențial raportul semnal/zgomot. Astfel, se incorporează în carcasa microfonului un preamplificator cu impedanța de intrare de 100 . . . 200 MΩ, la care capsula microfonului se conectează cu conductor de 3 . . . 4 cm.

Schemele și realizarea preamplificatoarelor microfoanelor condensator au evoluat și s-au modificat odată cu dispozitivele electronice amplificatoare.

În perioada tuburilor electronice erau incorporate în carcasa relativ mare a microfonului, preamplificatoare cu unu sau două tuburi. Alimentarea anodică a tuburilor de 100 . . . 150 V servea și pentru polarizarea microfonului.

În tehnica amplificatoarelor tranzistorizate, a apărut și posibilitatea miniaturizării. Încă din perioada anilor '60 s-au introdus circuite amplificatoare cu tranzistoare și componente discrete. La început etajele erau echipate cu tranzistoare cu germaniu, din care motiv nu se obținea un raport semnal/zgomot foarte bun, aceste dispozitive avînd zgomotul propriu de valoare ridicată.

Odată cu apariția circuitelor integrate s-au realizat preamplificatoare cu raportul semnal/zgomot foarte bun. De asemenea, se pot deja realiza microfoane cu preamplificatoare incorporate de gabarit foarte redus.

Caracteristica de frecvență și raportul semnal/zgomot al microfonului condensator, așa cum rezultă din cele prezentate, sînt în-

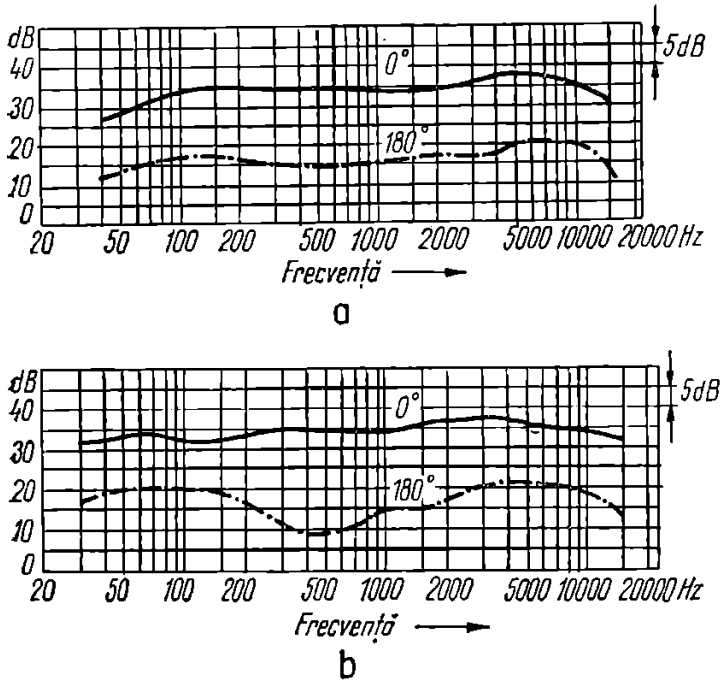


Figura 13 — Caracteristicile de frecvență ale microfoanelor condensator, de calități diferite.
a) Microfon condensator Hi-Fi; *b*) Microfon condensator de studio.

tr-o strînsă dependență de performanțele preamplificatorului cu care este prevăzut.

Microfoanele cu preamplificatoare cu tuburi electronice aveau caracteristica de frecvență între 40 . . . 16 000 Hz cu abaterea de ±2 dB. Introducerea tranzistoarelor în tehnica amplificării a dus la ameliorarea caracteristicii de frecvență, între 30 . . . 18 000 Hz cu abaterea ±2 dB, dar în comparație cu amplificatoarele cu tuburi, unde raportul semnal/zgomot avea valoarea în jur de 60 . . . 65 dB, la etajele cu tranzistoare cu germaniu acest raport era de 55 . . . 60 dB.

Ulterior, prin introducerea tranzistoarelor cu siliciu s-a reușit să se obțină îmbunătățirea semnificativă a caracteristicilor. Cu preamplificatoarele cu tranzistoare cu siliciu fabricate în prezent, cu componente discrete, microfoanele profesionale au o bandă de 20 . . . 20 000 Hz cu abaterea de ±1 dB, și un raport semnal/zgomot de 65 . . . 70 dB. Performanțe asemănătoare au și microfoanele condensator cu amplificatoare cu circuite integrate.

Rezistența de ieșire este normalizată la valoarea de 200 Ω, acceptată internațional. Nivelul semnalului de ieșire este între 5 . . . 10 mV. Această valoare permite conectarea microfonului cu un cablu ecranat mai lung, fără a fi afectat semnificativ raportul semnal/zgomot.

Diferitele tipuri de microfoane condensator sînt realizate sensibile la viteză, la presiune sau combinate. Modul de realizare a armăturii fixe (figura 14) va stabili tipul fizic al microfonului și respectiv caracteristica de directivitate. Forma și locul orificiilor practicate în armătura fixă vor stabili caracterul microfonului de a fi sensibil la viteză, la presiune sau combinat.

Dacă orificiile din corpul armăturii fixe, sînt practicate dintr-o singură parte (a membranei), dar nu traversează în întregime corpul obținem un microfon de presiune, deoarece membrana primește oscilațiile sonore numai pe o singură față. În acest caz, caracteristica de directivitate este circulară (sferică).

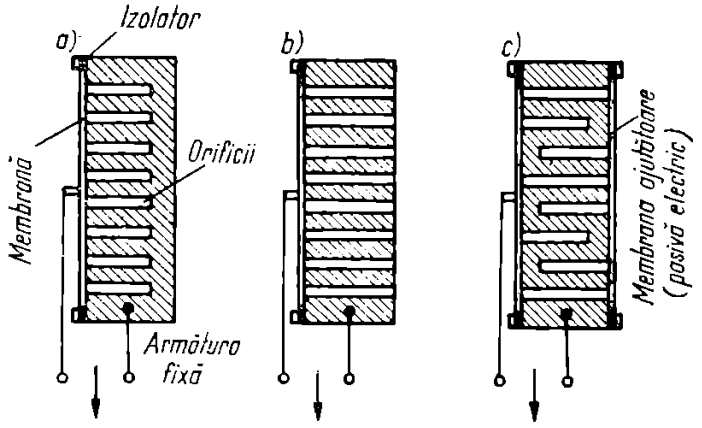


Figura 14 — Schița modurilor de realizare a celor trei feluri de microfoane condensator.
a) Caracteristică circulară; *b*) Caracteristică formă de opt; *c*) Caracteristică cardioidă.

Dacă orificiile practicate în armătura mobilă traversează corpul acesteia, membrana primește oscilațiile acustice pe ambele fețe. Caracteristica de directivitate este în acest caz în plan de forma cifrei opt, iar în spațiu bisferică. Adaptînd această soluție, caracteristica de directivitate nu este dependentă de frecvență. Astfel sînt realizate microfoanele sensibile la viteză.

Tipurile de microfoane combinate, sensibile atît la presiune cît și la viteză, au caracteristica de directivitate rezultată din compunerea caracteristicilor de tip circular și a celei de forma cifrei opt, rezultînd forma de tip cardioidă. În acest caz în armătura fixă se practică orificii, dintre care un număr traversează corpul armăturii, iar o parte dintre orificii nu traversează armătura și sînt dispuse pe ambele părți ale acesteia. Pe una dintre părțile armăturii fixe se găsește membrana principală (armătura mobilă a condensatorului), iar pe cealaltă parte se află o membrană ajutătoare, care nu intră în circuitul electric. Prin acțiunea combinată a celor două membrane, rezultă microfonul combinat, cu caracteristica de directivitate tip cardioidă.

Sensibilitatea microfoanelor condensator este între 0,1 . . . 0,3 mV/μbar, nivelul de zgomot fiind dependent de tipul preamplificatorului incorporat.

Microfonul condensator se utilizează și în scheme de oscilatoare de RF cu modulație în frecvență, unde elementul variabil îl reprezintă variațiile capacității microfonului. Această formă de utilizare se practică numai în instalațiile profesionale.

Microfonul cu electret

În ultimii zece-cincisprezece ani, s-a extins în întreaga lume, o variantă modernă a microfonului condensator — microfonul cu electret. Acest tip de microfon păstrează calitățile microfonului condensator și ameliorează unele deficiențe ale acestuia. Funcționarea și modul constructiv este asemănător cu al microfonului condensator, însă nu necesită preamplificator cu impedanță foarte mare de intrare și tensiune de polarizare.

Membrana microfonului este realizată dintr-o folie de electret. Folia de electret nu este altceva decît un strat subțire izolant, care pe ambele fețe este încărcat cu sarcini electrice de semne opuse. Electretul se realizează în modul următor: izolantul (masa plastică) topit este supus unui cîmp electrostatic foarte puternic, sub acțiunea căruia se produce polarizarea moleculelor. Se lasă apoi folia izolantă să se răcească în acest cîmp. Se obține o folie încărcată cu sarcini electrice de semne opuse, pe cele două fețe, creîndu-se între acestea un cîmp electrostatic, asemănător cîmpului magnetic al magnetului permanent.

Una dintre fețele foliei electret se metalizează și va constitui armătura mobilă a condensatorului. Armătura fixă, rigidă, se rea-

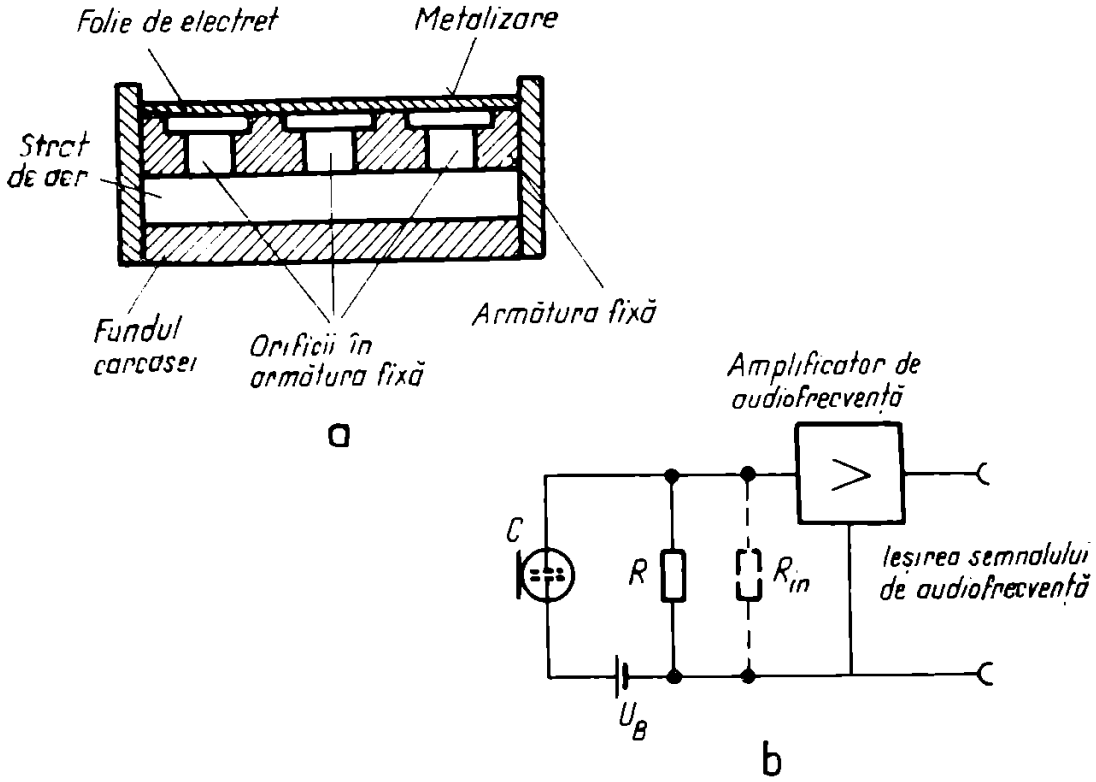


Figura 15 — Schița microfonului cu electret.

lizează din metal, peste care se așază fața nemetalizată (izolată) a foliei electret.

Între folia electret și armătura fixă există un strat de aer de ordinul μm. Prin practicarea în corpul armăturii fixe a unor orificii se mărește volumul de aer închis de folie și astfel se îmbunătățește elasticitatea membranei microfonului, și deci sensibilitatea lui.

Membrana fiind foarte subțire, capacitatea electrică este mare, de cca trei ori cît capacitatea microfonului condensator clasic. De asemenea, tot de cca trei ori scade rezistența internă față de microfonul condensator. Astfel se ușurează problema realizării preamplificatoarelor. Existența cîmpului electric în folia electret face inutilă tensiunea mare de polarizare, necesară microfoanelor condensator.

Microfoanele cu electret de calitate medie au caracteristica de frecvențe cuprinsă între 20 . . . 20 000 Hz cu abaterea de ± 3 dB. Impedanțele de ieșire uzuale sînt: 50 Ω, 250Ω, 600 Ω și 1 000 Ω. Raportul semnal/zgomot al microfoanelor cu electret, de construcție mai simplă este 46 . . . 55 dB, iar la tipurile de calitate 60 . . . 65 dB.

Odată cu utilizarea microfonului cu electret, apar fenomene fizice ce trebuie explicate. Este cunoscut faptul că sarcina electrică a electretului se micșorează în timp, deci scade capacitatea elec-

trică și prin urmare sensibilitatea microfonului. Cercetările efectuate de către specialiști japonezi arată că perioada de înjumătățire a sarcinilor electrice ale foliei electret este de 100 . . . 110 ani. Scăderea sensibilității microfonului este de fapt mult mai lentă. Odată cu micșorarea sarcinii înmagazinate în electret, scade și forța de atracție electrostatică (coulombiană) între armături, prin urmare vibrațiile membranei vor putea avea amplitudini mai mari. Acest fapt este o compensare a scăderii electrizării electretului. Ținînd seamă de acest proces de compensare, în pofida scăderii sarcinilor electrice, sensibilitatea microfonului cu electret rămîne constantă pe o durată de timp de 80 . . . 100 ani.

Microfoanele cu electret sînt realizate în diferite tipuri constructive. Dacă se reduce prea mult suprafața membranei, microfonul va fi mai puțin sensibil la frecvențele joase și va asigura o liniaritate bună a caracteristicii de frecvență numai pentru frecvențele mai mari de 100 . . . 150 Hz.

Casetofoanele portabile, alimentate la baterii, sînt prevăzute cu microfoane cu electret, care au suprafața membranei de 1 . . .

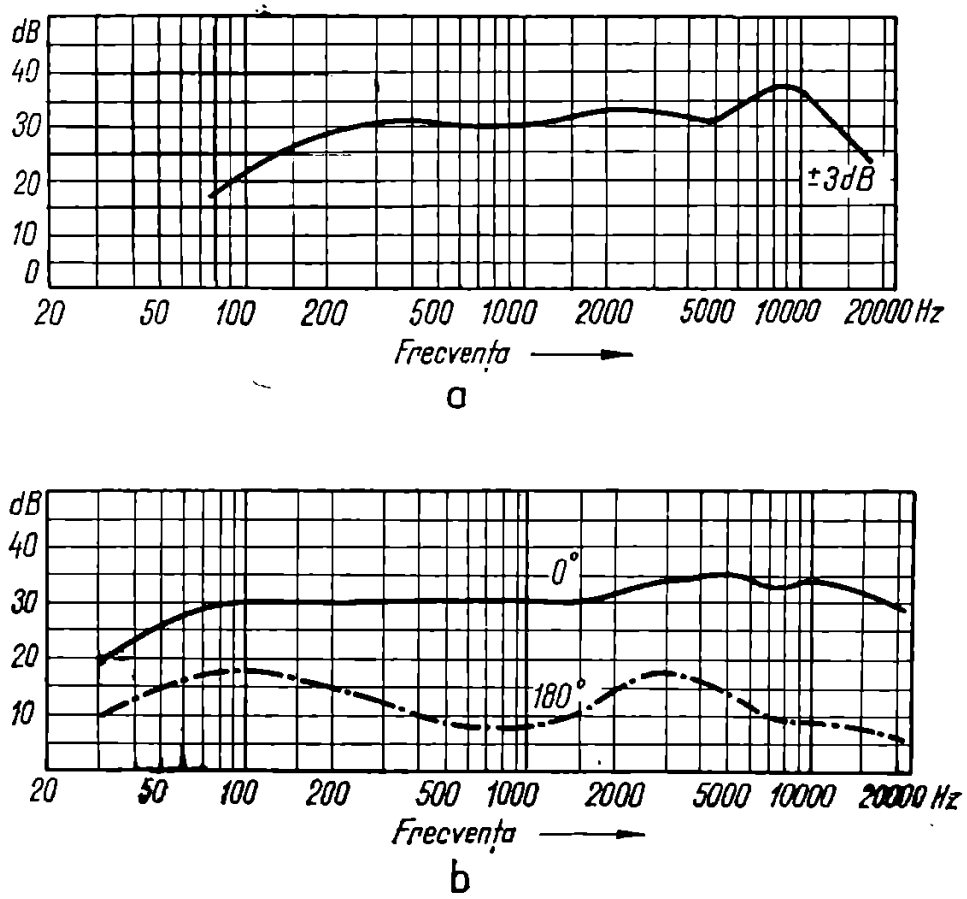


Figura 16 — Caracteristicile de frecvență ale microfoanelor cu electret.

a) microfon simplu din casetofon; *b)* microfon cu electret Hi-Fi.

1,5 cm^2; astfel sînt eliminate zgomotele datorită vibrațiilor mecanismului de antrenare (care sînt în principal, în domeniul frecvențelor mai mici de 100 Hz), din conținutul semnalului util.

Microfoanele cu electret de bună calitate, Hi-Fi au suprafața membranei de 2 . . . 5 cm^2, corespunzătoare tipului respectiv. Sensibilitatea este în cazul microfoanelor Hi-Fi de 0,5 . . . 1 mV/μbar, și de 0,1 . . . 0,2 mV/μbar la microfoanele de calitate medie.

Amplificarea tensiunii de valoare mică a semnalului provenit de la capsula microfonului cu electret se efectuează cu preamplificatoare moderne prevăzute cu tranzistoare cu efect de cîmp (TEC), cu circuite discrete sau cu circuite integrate. Aceste preamplificatoare sînt de regulă incorporate în microfon.

Preamplificatorul microfonului cu electret, care este conținut în magnetofon (pe panoul frontal al casetofoanelor) se realizează, de regulă, într-un singur circuit integrat.

1.1.2. UTILIZAREA MICROFOANELOR

Dintre toate mijloacele și aparatele tehnicii sunetului, utilizarea și tehnica microfoanelor necesită cele mai multe experimentări și cea mai multă experiență. Prin utilizarea corectă a microfoanelor urmărim de fapt transmisia sau înregistrarea cît mai fidelă a diferitelor prezențe sonore existente în natura înconjurătoare, chiar din primul moment al producerii acestora, pe cît se poate fără eșecuri.

Tipurile de microfoane cele mai des utilizate, pe care le-am prezentat anterior, se încadrează într-o scară largă calitativă. Deși, dintre fiecare tip prezentat, există microfoane de calitate Hi-Fi, acestea nu pot fi schimbate între ele (de exemplu, un microfon condensator cu un microfon cu bobină mobilă).

Știm că domeniul de audibilitate al urechii umane se întinde într-o bandă largă de frecvențe. Omul de vîrstă medie, cu ambele urechi sănătoase, sesizează sunetele fundamentale cu frecvențele între 20 . . . 16 000 Hz, iar sunetele armonice superioare aproximativ între 20 . . . 20 000 Hz. În urma unor cercetări fiziologice s-a demonstrat că auzul absolut, adică persoanele cu auzul „foarte fin", pot sesiza și armonice peste 20 000 Hz.

Ținînd seama de aceste proprietăți, va trebui să alegem tipurile de microfoane, care să prezinte liniaritate bună în anumite domenii de frecvență.

Unele tipuri de microfoane pot fi utilizate în general pentru transformarea sunetelor fundamentale între 40 . . . 16 000 Hz. Transformarea cu nivel acceptabil al armonicilor superioare, deja, fiind necorespunzătoare doar cu un singur microfon. Membrana microfoanelor de construcție mai simplă, nu poate realiza transformarea

sunetelor fundamentale sau armonice cu frecvențele mai mari de 16 000 Hz. Pentru a se face transmiterea sau înregistrarea în condiții calitative corespunzătoare a întregului conținut sonor, trebuie să alegem corespunzător tipul microfoanelor pe care le vom utiliza.

Prezențele sonore transmisibile cu microfoanele, care apar în natura înconjurătoare, pot fi practic grupate în patru categorii:

— Dialoguri
— Sunete produse de diferite vietăți animale
— Zgomote
— Muzică

Dialogul se numește vorbirea omenească. Astfel, vocea omenească — ca prezență sonoră transmisibilă — apare în toate formele sonore vocale, cum ar fi:

— Învățarea limbilor
— Instruire, învățămînt
— Sonorizarea filmelor
— Reportaje
— Piese vorbite
— Recitări de versuri
— Convorbiri familiale
— Consfătuiri
— Convorbiri colective
— Înregistrări din săli de conferințe

Această enumerare nu este completă, dar cuprinde principalele genuri artistice ale dialogului. În funcție de particularitățile artistice ale fiecărui gen al dialogului, se alege tipul adecvat de microfon.

Pentru a se putea stabili cele mai adecvate tipuri de microfoane necesare înregistrări sau transmiterii, în condiții de înaltă fidelitate, a diferitelor prezențe sonore, presupunem că aparatele necesare transmiterii sau înregistrării acestora sînt de calitate optimă.

În conformitate cu practica tehnicii sunetului, la înregistrările pentru învățarea limbilor, instruire, învățămînt, precum și pentru dialogurile familiale, sînt recomandate microfoanele de calitate medie, dinamice cu bobină mobilă. Aceste tipuri de microfoane au sensibilitatea medie, iar caracteristica de directivitate circulară sau cardioidă.

Pentru înregistrarea reportajelor, pieselor vorbite, sonorizarea filmelor se folosesc mai multe tipuri de microfoane. Pe de o parte se pot utiliza microfoane dinamice cu bobină mobilă de înaltă calitate, microfoane cu bandă Hi-Fi și mai des întîlnitele microfoane cu electret.

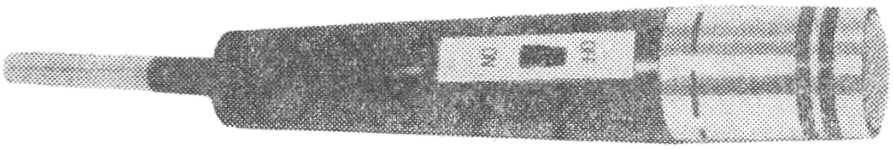


Figura 17 — Microfon dinamic de construcție simplă, adaptabil la magnetofoane, cu comutator stop-pornit, de calitate medie, destinat pentru învățarea limbilor, instruire și învățămînt.

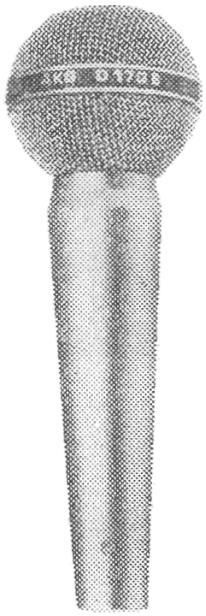


Figura 18 — Microfon dinamic pentru înregistrări Hi-Fi (AKG D 170 E).

În legătură cu utilizarea microfoanelor cu electret apar unele deosebiri calitative, între microfoanele incorporate în diferitele casetofoane și cele de sine stătătoare.

Experiența înregistrării sunetului ne arată că înregistrările efectuate cu microfoanele cu electret incorporate în magnetofoane au raportul semnal/zgomot cu 8 . . . 10 dB mai înrăutățit în comparație cu cele efectuate cu microfoane independente. Cauza acestei înrăutățiri se explică, pe de o parte, prin faptul că aceste microfoane se realizează în serie, și principial sînt de calitate mai redusă. Pe de altă parte nivelul zgomotului crește și prin captarea vibrațiilor de natură mecanică provenite de la mecanismul de antrenare, deși domeniul frecvențelor joase începe de la 100 . . . 150 Hz. Limitarea benzii la frecvențe joase duce la înrăutățirea fidelității transmise.

Microfoanele cu electret independente realizate în prezent au calitatea și raportul semnal/zgomot ce rivalizează cu cele mai bune microfoane condensator. Din acest motiv pentru înregistrarea de dialoguri, exceptînd programele muzicale, nu recomandăm microfoane condensator; la aceasta contribuie și prețul de cost ridicat al acestora.

În cazul consfătuirilor, convorbirilor colective și a înregistrărilor din sălile de conferințe se utilizează pe scară mai largă, microfoanele dinamice cu bobină mobilă și microfoanele cu electret. Independent de tipul microfonului, care se utilizează scopul este de a se obține o cît mai bună inteligibilitate. Aceasta se obține greu în sălile mai mari, unde ecoul și reverberațiile sînt pronunțate.

Intenționat am lăsat la urmă transmisia și înregistrarea recitalurilor de versuri, care dintre toate genurile de dialog prezintă

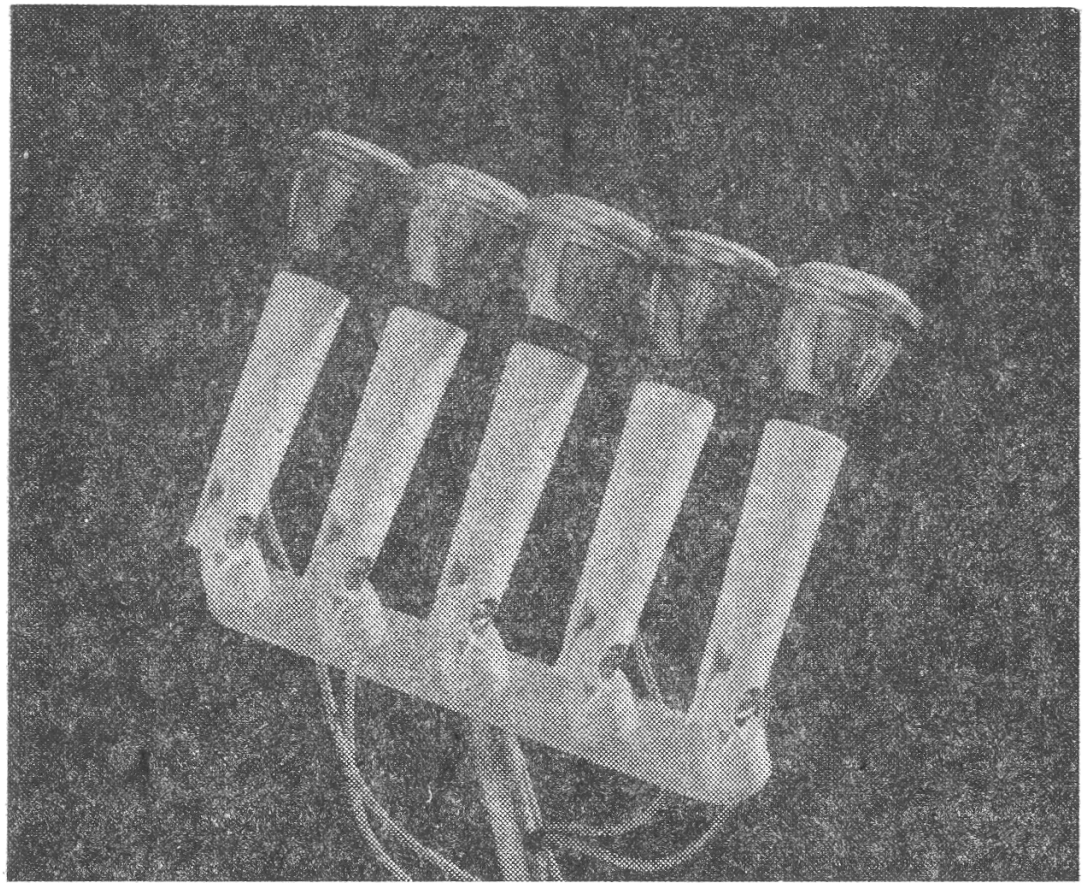


Figura 19 — Pentru înregistrarea sau transmisia consfătuirilor, adunărilor, în scopul măririi nivelului semnalului util, se instalează mai multe microfoane pe același stativ, iar ieșirile sînt sumate cu etaje de mixaj.

cele mai grele probleme. Din cauza muzicalității poeziei, ea nu se aseamănă cu nici un gen artistic al dialogului. În cazul înregistrării sau transmisiei acesteia, apar două cazuri distincte; recitarea de către o singură persoană a poeziei sau recitaluri prezentate de un grup de persoane.

În ambele cazuri sînt recomandate microfoanele de bandă largă dinamice cu bobină mobilă, microfoanele condensator sau cu electret. Cînd se utilizează microfoane cu bobină mobilă, trebuie să avem în vedere introducerea corecțiilor la frecvențele joase în scopul reducerii acestora. Dacă asemenea corectoare nu există, în special vocile mai grave, bărbătești, vor fi deformate, deoarece din principiu microfoanele cu bobină mobilă au caracteristică ridicătoare la frecvențele joase.

Sunetele produse de diferitele animale sînt prezențe sonore în natura înconjurătoare, sesizate de urechea umană. În scopul înregistrărilor apar în principal următoarele:

— Sunetele produse de mamifere
— Sunetele păsărilor

— Sunetele produse de insecte
— Sunetele produse de reptile
— Sunetele animalelor acvatice

Înregistrarea sunetelor produse de animale necesită o pregătire minuțioasă, atît din partea amatorului, cît și din partea profesionistului avizat. Microfoanele utilizate trebuie să fie foarte sensibile, și să aibă bandă largă de frecvență.

Astfel, este recomandabilă utilizarea microfoanelor condensator și cu electret. La înregistrările profesionale se utilizează microfoane condensator, iar la cele amatoricești microfoane cu electret, acestea din urmă fiind mai ieftine.

În funcție de spațiul în care se face înregistrarea sunetului produs de animale, trebuie să alegem caracteristica de directivitate a microfonului. Astfel pentru înregistrarea sunetelor produse de ma-

Figura 20 — Microfon condensator stereo, utilizabil cu foarte bune rezultate la înregistrări solistice vocale; tip AKG C 34.

mifere se vor folosi microfoane direcționale cu caracteristica tip cardioidă, pe cînd pentru înregistrarea ciripitului păsărilor din pădure vom utiliza microfoane cu caracteristica de directivitate bisferică.

Sunetele produse de animalele acvatice se pot înregistra cu ajutorul unor „hidrofoane" speciale. Acestea sînt microfoane introduse într-o incintă ermetică (care nu permite pătrunderea apei la microfon), care se cufundă în apă și pot sesiza variațiile de presiune produse de diferitele surse sonore, printre care și a animalelor acvatice.

Zgomotele pot fi interpretate din două puncte de vedere. Din punctul de vedere al psihologiei, prin zgomote se înțeleg orice sunete, care independent de spectrul lor, produc senzații neplăcute asupra omului, distrag atenția sau biologic au efecte negative asupra organismului. Din punct de vedere electroacustic zgomotele se numesc prezențele sonore cu spectru continuu, care sînt compuse din oscilații care nu sînt armonice, indiferent dacă sursa ce le produce este naturală sau artificială.

Înregistrarea zgomotelor, în cele mai multe cazuri nu reprezintă un scop în sine. Aceste înregistrări constituie în principal coloratura sonoră la sonorizarea filmelor și obținerea unor efecte sonore. De regulă asemenea sunete se înregistrează separat, urmînd ca ulterior să fie mixate cu dialogurile, obținîndu-se astfel un fundal de coloratură sonoră adecvată. Pentru înregistrarea zgomotelor se pot folosi oricare dintre tipurile de microfoane, care se adaptează la nivelul intensității sonore, a domeniului de frecvențe în care se produce prezența sonoră. Ca genuri artistice distingem următoarele feluri de zgomote:

— Atmosfera naturală
— Zgomote industriale
— Zgomotele mijloacelor de transport
— Zgomotele casnice
— Zgomotele valurilor apelor
— Efecte speciale
— Zgomotele produse de armament.

Microfoanele utilizate la înregistrarea zgomotelor trebuie să fie sensibile și de bandă largă. Referitor la sensibilitatea microfonului utilizat trebuie să facem remarca existenței unor prezențe sonore de nivel foarte scăzut, de ordinul μW (de exemplu zumzetul țînțarului) și al unor surse sonore, care au mai multe sute de Watt (de exemplu zgomotul avioanelor cu reacție la distanța a cîțiva metri).

Caracteristica principală a surselor de zgomot nu este însă intensitatea, ci presiunea sonoră produsă. În legătură cu aceasta a apărut o experiență acceptată în tehnica sunetului.

Sursele de zgomot, care produc o presiune sonoră relativ mică se recomandă a fi înregistrate sau transmise cu microfoane sensibile la presiune. Aceste microfoane pot fi cu bobină mobilă sau condensator. Apar însă și situații cînd sursa de zgomot produce o presiune acustică foarte mare (de exemplu exploziile, salvele de artilerie, avioane cu reacție). Dacă vom utiliza un microfon de pre-

Figura 21 — Microfon dinamic, recomandat pentru înregistrări solo muzicale (AKG D 222).

siune există riscul, des întîlnit, ca membrana să se deterioreze sau să se desprindă, ce face inutilizabil microfonul. În asemenea situații cînd zgomotul are caracterul unei detunături se utilizează microfoane sensibile la viteză, care primesc presiunea sonoră pe ambele fețe ale membranei.

Se numesc *sunete muzicale*, toate prezențele sonore compuse din oscilații periodice, independent dacă sursa de la care provin este naturală sau artificială. Din punct de vedere al tehnicii sunetului, se consideră ca surse sonore muzicale, sunetele produse de coardele vocale ale organelor vorbirii și ale instrumentelor muzicale.

În scopul producerii și înregistrării sau transmisiilor programelor muzicale, în tehnica profesionistă a studiourilor sînt folosite microfoanele cu bobină mobilă și condensator. Tipurile de microfoane sînt alese și în funcție de compoziția materialului sonor, sau a felului instrumentelor muzicale și după numărul instrumentelor de aceiași rezonanță.

În practica amatoricească — în funcție de calitatea care se dorește a fi obținută, Hi-Fi sau simple înregistrări domestice — se utilizează microfoane cu bobină mobilă, condensator sau cu electret. Microfoane cu bandă de calitate bună nu se fabrică pentru amatori, în scopul înregistrărilor muzicale.

Din punct de vedere al înregistrărilor sonore se poate efectua următoarea clasificare a înregistrărilor muzicale:

— Înregistrări solistice vocale
— Înregistrări solistice instrumentale
— Înregistrări solistice vocale + acompaniament instrumental
— Înregistrarea orchestrei de cameră
— Înregistrarea orchestrelor mici
— Înregistrarea muzicii corale
— Înregistrarea orchestrelor mari.

În fiecare caz, la fiecare gen artistic enumerat sînt necesare alte tipuri de microfoane. Pentru muzica vocală (cîntece) se fabrică microfoane speciale, care majoritatea sînt cu bobină mobilă. La elaborarea înregistrărilor Hi-Fi, a muzicii vocale se poate utiliza cu succes și microfonul cu electret, de calitate corespunzătoare.

La înregistrările solistice instrumentale, tipul microfonului se alege în funcție de caracteristicile muzicale ale instrumentului respectiv. În cazul instrumentelor de suflat din alamă, cele mai recomandate sînt microfoanele condensator de bandă largă, sau microfoanele cu electret de calitate.

Instrumentelor de suflat din lemn și celor cu coarde, care produc sunete de frecvențe joase (contrabas, violoncel, violină) le sînt foarte potrivite microfoanele cu bobină mobilă de bandă largă.

Pentru înregistrarea pieselor pentru vioară solo și a instrumentelor cu coarde ciupite sînt utilizate de asemenea microfoanele condensator sau cu electret.

Dintre instrumentele de percuție, cele cu sunetul asemănător tobei, se pot transmite corespunzător cu microfoane condensator și cu bobină mobilă; sunetele cinelului însă, numai cu microfoane condensator de bandă largă sau cu electret.

Deoarece în general înregistrările muzicale nu se efectuează cu un singur microfon (sau în cazul înregistrărilor stereofonice cu o pereche de microfoane stereo), ci prin utilizarea mai multor microfoane, se recomandă ca la înregistrarea formațiilor instrumentale să se utilizeze microfoane de diferite tipuri, adecvate. Alege-

Figura 22 — Microfon dinamic de bandă largă, pentru transmisia sunetelor instrumentelor cu coarde.

rea microfonului nu constă numai în potrivirea tipului său la instrumentul muzical respectiv, ci și alegerea diferitelor mărci și particularități ale acestora. Din partea realizatorilor înregistrărilor, alegerea corespunzătoare a microfoanelor presupune, deja, nu numai cunoștințe generale de principiu, ci cunoașterea diferitelor tipuri și mărci, precum și a caracteristicilor calitative.

1.1.3. TEHNICA MICROFOANELOR

În tehnica sunetului, în funcție de calitatea transmisiilor sau a înregistrărilor realizate, microfoanele se pot împărți în trei categorii:

— microfoane de amatori
— microfoane Hi-Fi
— microfoane de studio.

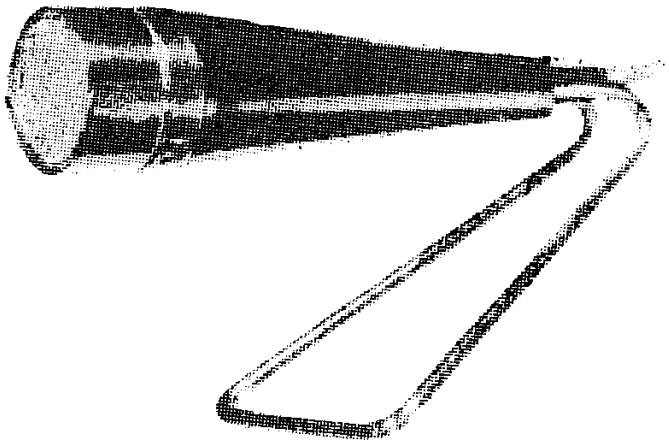


Figura 23 — Microfon dinamic simplu, pentru scopuri amatoricești.

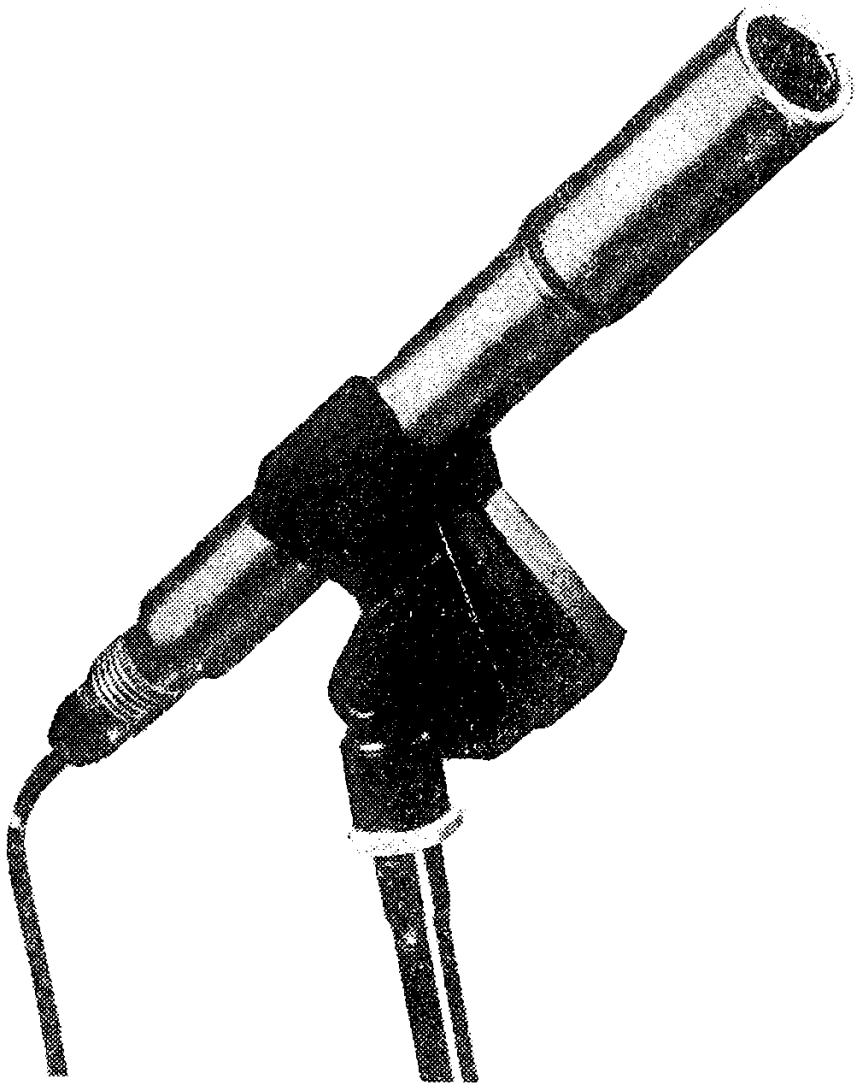


Figura 24 — Microfon cu electret de calitate Hi-Fi, pentru înregistrări muzicale și dialoguri pretențioase.

Această categorisire nu este arbitrară, ci se bazează pe caracteristicile calitative ale diferitelor mărci și tipuri de microfoane.

În categoria *microfoanelor de amatori* se pot cuprinde toate microfoanele la care caracteristica de frecvență nu este mai bună de 70 ... 16 000 Hz cu abaterea de $\pm$ 6 dB. Dintre aceste microfoane fac parte microfoanele dinamice cu bobină mobilă. Microfoanele, care aparțin acestei categorii, au sensibilitate medie și distorsiuni neliniare relativ mari, la capetele benzii de frecvențe transmise. Ținînd seama de caracteristicile lor calitative nu sînt utilizabile pe o scară mai largă, ci numai în cazul înregistrării fără pretenții a dialogurilor. Acestea pot fi: convorbiri familiale, învățarea limbilor, instruire, învățare. Nu pot fi utilizate în domenii unde banda de frecvență este mai largă, prezențele sonore avînd un conținut bogat de armonice superioare (de exemplu muzică, sunetele animalelor și zgomotele).

Categoria *microfoanelor Hi-Fi* conține toate microfoanele a căror caracteristică de frecvență este de cel puțin 50 ... 16 000 Hz, sau mai mare, cu abaterea de $\pm$ 3 dB. Dintre aceste microfoane se întîlnesc tipurile dinamice și condensator. Nu sînt rare microfoanele condensator sau cu electret cu banda de 20 ... 20 000 Hz cu abaterea de $\pm$ 3 dB.

În general, microfoanele Hi-Fi condensator și cu electret au sensibilitatea între 0,2 ... 1 mV/μbar. Distorsiunile neliniare, chiar

Figura 25 — Microfon condensator de bandă largă, de studio.

la capetele benzii de frecvențe au valoare mică. În conformitate cu cerințele unei înregistrări Hi-Fi, în funcție de genul artistic dat se vor alege tipurile corespunzătoare de microfoane).

În cadrul categoriei microfoanelor de studio (profesionale) se pot cuprinde microfoanele a căror caracteristică de frecvență este de 50 . . . 16 000 Hz sau mai bună, cu abaterea de $\pm$ 3 dB.

Se constată că banda de frecvențe care se impune este similară cu cerințele microfoanelor din categoria Hi-Fi. De fapt în prezent, nu există mari deosebiri între caracteristicile calitative ale microfoanelor care aparțin celor două categorii.

Principala problemă a tehnicii microfoanelor este stabilirea modului de utilizare corectă a acestora. De cînd s-a extins tehnica Hi-Fi, realizarea înregistrărilor oricăror genuri artistice se întîlnește și-n practica amatorilor, nu numai în cea a studiourilor. Utilizarea microfoanelor este influențată de doi factori principali. Unul dintre factori, este felul prezenței sonore care urmează a fi transmisă, celălalt este lanțul de transmisie a semnalelor de audiofrecvență, la care se conectează microfonul. Din punct de vedere al calității transmisiei, este arhicunoscut mai demult, dependența calității globale a lanțului de transmisie, în principal, de calitatea primului aparat din acest lanț. Din acest motiv este deosebit de important ca la un lanț de transmisie de calitate dată, să conectăm microfon sau microfoane de calitate corespunzătoare.

Microfoanele de amatori și cele Hi-Fi sînt realizate cu ieșirea asimetrică. Microfoanele de studio însă sînt cu ieșirea simetrică. Microfoanele cu ieșirea asimetrică au un punct cald și un punct rece. Microfoanele cu carcasa metalică, în afară de aceste puncte, sînt prevăzute și cu un punct de masă pentru împămîntare, care nu trebuie confundat cu punctul rece.

Dezavantajul principal al microfoanelor cu ieșire asimetrică, față de cele cu ieșire simetrică, constă în faptul că raportul semnal/zgomot la același tip de microfon este mai mic cu 6 dB.

Ieșirea microfoanelor simetrice este cu două puncte calde și un punct rece. Și la aceste microfoane, carcasa metalică este prevăzută cu punct separat de punere la pămînt.

La microfoanele dinamice, carcasa cărora încorporează și transformatorul de adaptare, ieșirea se realizează fie simetrică, fie asimetrică; aceeași situație se întîlnește și-n cazul microfoanelor condensator.

Realizîndu-se o punere la pămînt corespunzătoare, raportul semnal/zgomot nu va fi influențat de către mediul înconjurător sau de către stativele microfoanelor. Dacă împămîntarea nu este de calitate corespunzătoare — sau am omis-o — apar în cîmpul prezenței sonore înregistrate sau transmise o serie de semnale perturbatoare nedorite. Apariția semnalelor perturbatoare este mai pronun-

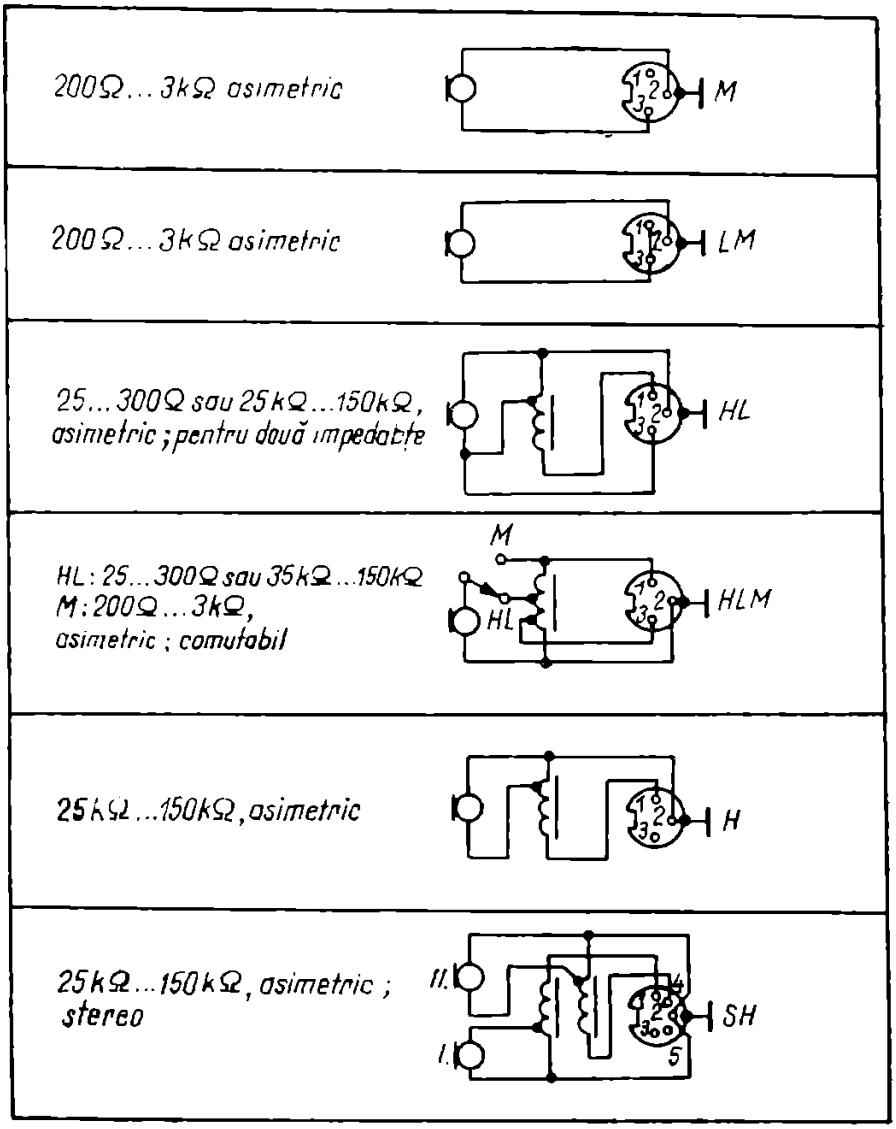


Figura 26 — Schemele conexiunilor de ieșire asimetrice ale microfoanelor.

țată la microfoanele cu carcasă metalică și cu ieșire asimetrică. La asemenea tipuri de microfoane, în cazul lipsei legăturii la pămînt, chiar atingerea cu mîna produce apariția unui bîzîit pronunțat la ieșirea din lanțul de transmisie.

Semnalul de audiofrecvență de la ieșirile microfonului este transmis către preamplificator prin cable ecranate bifilare sau multifilare. Calitatea cablului ecranat și impedanța de ieșire a microfonului, împreună vor determina lungimea optimă a conductorului. În cazul cînd rezistența de ieșire a microfonului este egală cu impedanța caracteristică a cablului, transferul semnalului este optim și lungimea cablului poate fi mai mare. Impedanța de ieșire

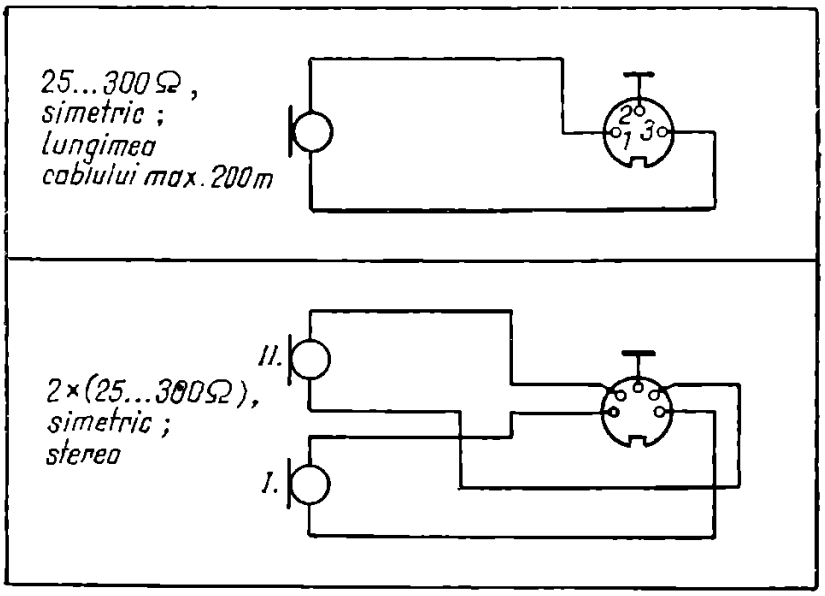


Figura 27 — Conexiunile de ieșire simetrice ale microfoanelor I—25...300 Ω simetric; lungimea cablului max. 200 m; II—2x (25...300) Ω simetric; stereo.

a microfoanelor electrodinamice are valoarea tipică 150... 200 Ω. Impedanța de ieșire a preamplificatoarelor din microfoanele condensator se realizează la 200 Ω.

Tresa metalică a cablelor ecranate ce se utilizează, se conectează la pămînt — în cazul ieșirilor simetrice — sau la punctul rece — în cazul ieșirilor asimetrice —. În cazul utilizării microfoanelor cu carcasa metalică și ieșirea asimetrică, tresa metalică (blindajul) va servi și pentru legarea la pămînt.

Cablele ecranate de audiofrecvență se conectează la amplificatoare prin intermediul a două feluri de mufe, normalizate internațional. În cazul ieșirilor asimetrice se utilizează mufa DIN numită și Mignon, iar la ieșirile simetrice mufa tip Canon. Aceasta din urmă se utilizează în exclusivitate numai în tehnica studiourilor.

În timpul înregistrărilor sau transmisiilor — în funcție de împrejurările în care acestea se produc — microfoanele sînt ținute în mînă sau sînt fixate pe suporturi speciale.

Înregistrările reportajelor, convorbirilor familiale, a temelor de învățămînt se efectuează cu microfonul ținut în mînă. În asemenea situații o cerință esențială este de a nu tensiona (întinde) cablul de legătură dintre microfon și amplificator. În cazul cablelor mai lungi, este recomandabil ca acesta să facă o buclă prinsă cu mîna de carcasa microfonului. Procedînd astfel evităm smulgerea cablului din microfon, situație posibilă mai ales în cazul realizării diferitelor reportaje.

Figura 28 — *a*) Suport telescopic simplu pentru microfon; *b*) Suport telescopic, cumpănă reglabilă, pentru microfon.

Pentru fixarea microfoanelor s-au extins trei tipuri de suporturi:

— Suport pentru fixarea microfonului pe masă
— Suport cu picior pentru așezarea pe pardoseală
— Suport pentru fixarea suspendată a microfonului.

În cazul înregistrării unor convorbiri — masă rotundă — a consfătuirilor, a adunărilor, cînd partenerii sînt așezați în jurul unei mese, microfoanele sînt fixate pe suporturi anume realizate. Nu sînt recomandate suporturile tip stativ cu picior, care pot stingheri asistența.

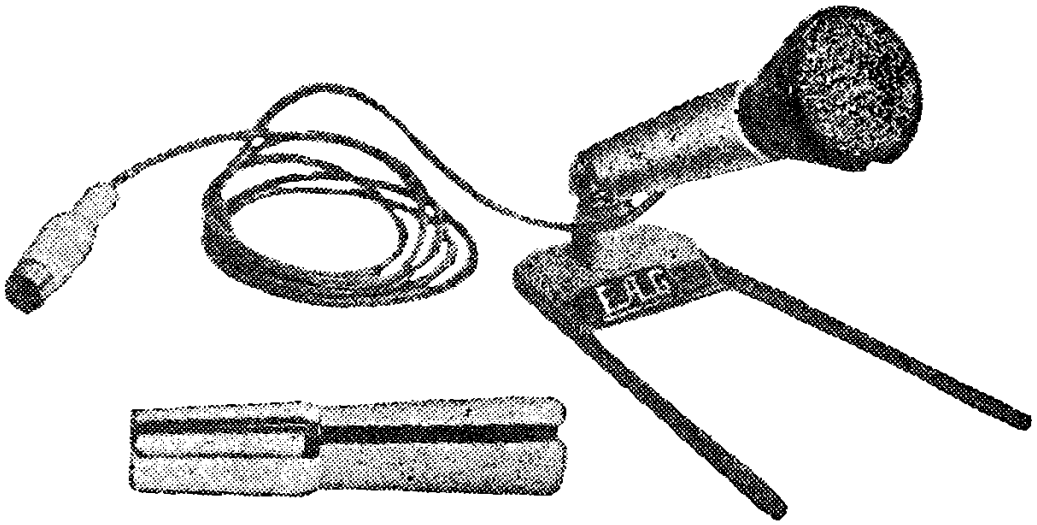


Figura 29 — Suport simplu pentru fixarea microfonului pe masă (BEAG).

Figura 30 — Suport pentru fixarea suspendată a microfoanelor (AKG C 422).

Suporturile cu picior ale microfoanelor sînt folosite de regulă la înregistrarea diferitelor genuri artistice muzicale și mai rar în cazul oratorilor de la tribună.

Suportul pentru fixarea suspendată a microfonului se întîlnește de obicei în studiourile profesionale. Cu acest mod de fixare a microfoanelor sînt eliminate din conținutul sonor al înregistrării zgomotele produse de pașii actorilor (în cazul realizării unor piese etc.), fapt deosebit de util. Acest mod de fixare al microfonului este utilizat foarte rar în practica amatoricească, din cauza sistemului mai complicat al suportului.

1.1.4. DOZE DE REDARE

Dintre sursele de semnal utilizate în tehnica sunetului, dozele de redare ocupă locul al doilea în ordinea importanței. Așa cum am prezentat în capitolul 1.1 dozele de redare sînt utilizate în două situații: la redarea discurilor fonografice și la captarea oscilațiilor coardelor metalice ale unor instrumente muzicale. Cu acestea din urmă în cartea de față nu ne vom ocupa.

Explorarea oscilațiilor gravate mecanic în șanțul discului și transformarea acestora în semnale electrice de audiofrecvență este realizată de către dozele de picup, care sînt denumite și surse secundare de semnale. Clasificarea lor se poate face după mai multe criterii:

1. După modul de explorare a șanțului gravat
2. După modul de transformare a semnalelor
3. După principiul sistemului de transformare
4. După principiul de funcționare
5. După principiul constructiv
6. După calitatea semnalelor sonore.

După *modul de explorare a șanțului gravat* distingem două categorii de doze. Prima categorie este aceea a dozelor cu explorare prin atingerea șanțului gravat, prin intermediul vîrfului (acului) de redare. A doua categorie este a dozelor, care nu ating suprafața discului, reproducerea discului făcîndu-se prin reflexiile produse asupra unui fascicol de lumină coerentă, de către pereții șanțului modulat. Prin prelucrarea informației luminoase, ce va fi modulată în ritmul oscilațiilor pereților șanțului gravat, se obține semnalul de audiofrecvență. În prezent acest fel de doză, încă, este o raritate, cele mai răspîndite fiind cele din prima categorie.

După *modul de transformare a semnalelor*, de asemenea deosebim două categorii. La începuturile tehnicii discurilor se utilizau doze mecanice cu membrană, la care vibrațiile sonore erau amplificate pe căi acustice (gramofonul, patefonul). În prezent, pretutin-

deni, se utilizează numai doze care sînt prevăzute cu transductoare electromecanice, de diferite tipuri și principii constructive.

Ambele categorii aparțin dozelor cu explorare prin atingere cu șanțul gravat al discului.

După *principiul sistemului de transformare,* distingem două sisteme de doze: pasive și active. Ambele tipuri aparțin dozelor cu explorare prin atingere.

După *principiul de funcționare,* atît dozele pasive cît și cele active se pot grupa în:

1. Doze pasive
a) piezoelectrice
b) cu caracter inductiv
2. Doze active
c) cu caracter capacitiv
d) electronice.

După principiul constructiv sînt cunoscute următoarele tipuri de doze:

a) Piezoelectrice
— doze cu cristal
— doze ceramice
b) Cu caracter inductiv
— doze magnetice
— doze electrodinamice
c) Cu caracter capacitiv
— doze condensator
d) Electronice
— doze fotoelectronice
— doze semiconductoare.

După *calitatea semnalelor sonore,* în funcție de modul de realizare și a principiului de funcționare, dozele se împart în trei mari categorii calitative:

— Doze profesionale — de studio
— Doze Hi-Fi
— Doze obișnuite (de largă utilizare).

- **Caracteristici mecanice și electroacustice**

În prezent dozele utilizate fac parte în proporție de 99,9% din categoria celora cu explorarea prin atingere. Caracteristica comună a acestor doze o constituie cele trei părți, din care sînt alcătuite:

— vîrful (acul) de redare
— suportul vîrfului de redare, și
— transductorul.

Deoarece în prezent nu se utilizează numai dozele de tip electromecanic, proprietățile calitative ale acestora vor fi descrise de către caracteristicile lor mecanice și electroacustice.

Dintre caracteristicile mecanice cele mai importante sînt: masa echipamentului mobil, forma și starea vîrfului de redare, forța de apăsare a vîrfului de redare, elasticitatea suportului vîrfului de redare și elasticitatea față de amplitudinea de deplasare a șanțului.

Pentru stabilirea calității unei doze, cele mai importante caracteristici electroacustice sînt: caracteristica de frecvență, atenuarea de diafonie, distorsiunile neliniare, distorsiunile geometrice și asimetria canalelor.

— *Masa echipajului mobil.* La redarea discurilor, calitatea audiției este în mare măsură influențată de calitatea contactului dintre vîrful de redare și suprafața șanțului gravat. Masa vîrfului de redare, a suportului acestuia și a părților mobile a transductorului, luate împreună formează masa echipajului mobil. La dozele de calitate profesionale și cele Hi-Fi valoarea masei nu trebuie să depășească 2 mg (după norma DIN). La dozele uzuale se întîlnesc valori între 3 . . . 5 mg.

— *Forma și starea vîrfului de redare.* Aceste caracteristici calitative nu se pot exprima (în toate cazurile) numeric. Explorarea corespunzătoare a șanțului gravat este influențată de dimensiunile și calitatea suprafeței vîrfului de redare. În practică sînt cunoscute patru forma ale profilelor transversale ale vîrfurilor de redare: circulare, eliptice, patrulatere și hexagonale.

Referitor la forma vîrfului de redare se exprimă numeric raza de curbură a vîrfului șlefuit, care — în cazul dozelor stereo — la vîrfurile semisferice este între 13 . . . 18μm, la vîrfurile eliptice R_1/R_2=5 . . . 10/17 . . . 22 μm.

Vîrfurile cu profilul transversal de forma patrulateră și hexagonală s-au extins, odată cu dezvoltarea producerii discurilor cuadro-fonice. Muchiile rotunjite ale acestor vîrfuri sînt capabile să exploreze pereții șanțului modulat cu programul cuadrofonic, care este matriciat și codat, conținînd și oscilații corespunzătoare frecvențelor de 40 . . . 45 kHz. Aceste oscilații sînt gravate atît de fin pe pereții șanțului modulat, încît vîrfurile clasice de formă semisferică nu le pot explora și reproduce corespunzător.

— *Forța de apăsare a vîrfului de redare.* Această caracteristică depinde de calitatea picupului și a vîrfului de redare, și reprezintă forța de apăsare pe suprafața șanțului gravat necesară pentru obținerea nivelului nominal al semnalului de ieșire din doză. Este exprimată în cN* (mai demult în g). La dozele cu caracter inductiv și capacitiv forța de apăsare necesară este, în funcție de calitatea dozei, între 0,5 . . . 3 gf, la dozele piezoelectrice între 5 . . . 12 gf. Forma vîrfului de redare influențează și ea mărimea forței de apăsare.

---

* În tot restul lucrării s-a considerat mai reprezentativ gf în loc de cN.

— *Elasticitatea suportului vîrfului de redare.* Elasticitatea suportului vîrfului de redare depinde de rigiditatea materialului din care este confecționat suportul. Această caracteristică poartă denumirea de „Compliance", în limba engleză. În 1974 s-a modificat norma DIN, cu privire la această caracteristică, după care la dozele de calitate Hi-Fi, elasticitatea trebuie să fie de cel puțin $8 \times \times 10^{-6}$ cm/dynă $=0{,}08$ mm/gf. Elasticitatea dozelor moderne, este cu mult mai bună decît această valoare.

— *Elasticitatea față de amplitudinea de deplasare a șanțului.* Această caracteristică ne arată care este elongația permisibilă a vîrfului de redare, astfel că la o frecvență și forță de apăsare date, redarea să nu fie însoțită de distorsiuni. Depinde în principal de tipul constructiv al dozei și de cel al suportului vîrfului de redare, și este exprimat numeric de elasticitatea suportului de redare. Pentru măsurarea elasticității se utilizează discuri de măsură gravate cu semnale de frecvență 400 Hz și viteze de oscilație crescătoare între 69 ... 270 mm/s, semnalele de ieșire din doză fiind măsurate și vizualizate cu osciloscopul.

— *Caracteristica de frecvență.* În conformitate cu prevederile normelor DIN, o doză trebuie să asigure o caracteristică de frecvență la redarea discului de măsură DIN între 40 ... 63,5 Hz cu abaterea $\pm$ 5 dB; 63,5 ... 8 000 Hz cu abaterea $\pm$ 2 dB și 8 000 ... 12 500 Hz cu abaterea $\pm$ 5 dB. Dozele moderne cu caracter inductiv au caracteristica de frecvență mult mai bună în raport cu aceste prevederi.

În practică se întîlnesc între 20 ... 20 000 Hz, următoarele domenii ale caracteristicii de frecvență: între 20 ... 40 Hz cu $\pm$5 dB; 40 ... 63,5 Hz cu $\pm$ 3 dB; 63,5 ... 10 000 Hz cu $\pm$ 1 dB; 10 000 ... 14 000 Hz cu $\pm$ 3 dB și 14 000 ... 20 000 Hz cu $\pm$ 3 dB. Rezultatele măsurării caracteristicii de frecvență a dozelor de redare sînt valabile numai dacă sînt cunoscute caracteristicile discului de măsură.

— *Atenuarea de diafonie.* Valoarea numerică a atenuării de diafonie a dozei de redare exprimă cu cîți decibeli (dB) este mai mic semnalul obținut pe canalul nemodulat, față de semnalul din canalul modulat. Atenuarea de diafonie nu are aceeași valoare în toată banda frecvențelor audio. Dacă se prezintă numai o singură valoare (de exemplu 20 dB), atunci aceasta se referă la frecvența de 1 kHz. La dozele cu caracter inductiv, dacă la 1 kHz atenuarea de diafonie este de 20 dB, atunci în bandă vor exista următoarele valori ale acesteia: 10 dB între 40 ... 500 Hz; 15 dB între 500 ... 6 300 Hz 12 dB între 6 300 ... 12 500 Hz.

Distorsiunile neliniare. Pe baza originii, respectiv producerii lor, distorsiunile se pot grupa în două categorii. Din cauza caracterului neliniar al transformării (în transductor) pot apare în principal

distorsiuni datorită modulației de amplitudine. În timpul redării, în jurul unor modulații a șanțului cu frecvențe mai mari, apar produse de modulație, care se traduc prin apariția unor sunete combinate (bătăi). Această categorie de distorsiuni, la dozele moderne cu caracter inductiv, la care semnalul de ieșire este proporțional cu viteza de oscilație a vîrfului de redare, este practic neglijabilă. Mărimea acestor distorsiuni nu se poate pune în evidență cu instrumentele de măsură, din care motiv fabricile producătoare nici nu le prezintă printre alte date caracteristice.

În opoziție cu prima categorie, distorsiunile din a doua categorie au o influență apreciabilă asupra calității audiției. Aceste distorsiuni sînt rezultate din nepotrivirile de natură geometrică între modul de gravare și modul de explorare a șanțului gravat pe suprafața discurilor. Apar astfel erori ale unghiului de citire, și efectul forței centripete (skating), care duc la apariția armonicilor pare și a unei modulații de fază.

Deoarece modulația de fază crește aproape proporțional cu frecvența, efectul ei va fi deosebit de nefavorabil. Cum modulația de fază este corespondentă cu modulația de frecvență, se pot efectua măsurători precise asupra distorsiunilor, prin măsurarea componentelor de intermodulație.

Valoarea permisibilă a intermodulației la — 6 dB este de 1%, însă la dozele moderne aceasta este sub 0,5 %. Distorsiunile de intermodulație se măsoară în funcție de forța de apăsare a vîrfului de redare și de elongația vibrațiilor gravate pe disc.

- **Dozele cu cristal**

Dintre dozele de picup, cele mai perimate și de calitatea cea mai slabă, sînt cele cu cristal. Sistemul transductor este alcătuit dintr-un jug de susținere, în care sînt fixate două lame de cristal piezoelectric paralipipedice, cuprinse în două planuri, care fac între ele un unghi de 45°. Cele două lame de cristal piezoelectric au grosimea de aproximativ 0,2 ... 0,3 mm, și sînt realizate din cristalul de sare Seignette, tăiate cu mijloace specializate, după axele electrice.

Cele două suprafețe ale lamei de cristal se acoperă cu un lac special, conducător. O suprafață a lamei este conectată la o bornă de ieșire, iar cealaltă suprafață la cea de a doua bornă de ieșire.

La capetele celor două lame se află două piese elastice din mase plastice, de care este fixat suportul vîrfului de redare. La redarea discului stereo, vîrful de redare explorează șanțul gravat transmițînd vibrațiile mecanice ale acestuia celor două lame piezoelectrice. Prin deformațiile elastice ale lamelor apar pe fețele, respectiv bornele de ieșire ale acestora, semnale electrice de audiofrecvență. Semnalul de ieșire este proporțional cu forța de deformare, care este dependentă de amplitudinea de deplasare a șan-

țului gravat. Aceasta se produce la dozele, la care lamele sînt fixate rigid la un capăt. Dacă lamele piezoelectrice sînt prinse elastic, atunci semnalul de ieșire va fi proporțional cu viteza de oscilație a vîrfului.

În principiu, transformarea piezoelectrică este lipsită de distorsiuni. Practic însă, sistemul de fixare, lacul protector al lamelor împotriva umidității, vor afecta banda de frecvențe, care se manifestă prin denivelări pronunțate a caracteristicii de frecvență.

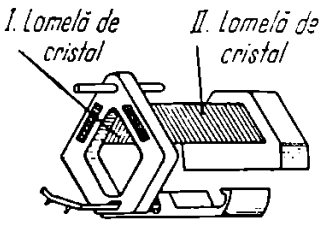


Figura 31 — Schița dozei cu cristal.

Masa și dimensiunile realizabile, ale dozelor cu cristal sînt foarte mici. Deoarece tensiunea semnalului de audiofrecvență este obținută în urma deformațiilor mecanice, sensibilitatea dozelor nu este mai mare de 0,04 mm/gf. Pentru a se obține un nivel al semnalului corespunzător este necesară o forță de apăsare mare. Chiar la dozele de cea mai bună calitate, această forță de apăsare nu poate fi mai mică de 3 . . . 5 gf.

Forța de apăsare mare determină uzura vîrfului de redare și a pereților șanțului gravat, fapt ce duce la degradarea informației sonore imprimate pe disc. Prin alegerea corespunzătoare a razei de curbură a vîrfului de redare se poate obține o ameliorare a uzurii. Dacă raza de curbură este mai mare, uzura va fi ceva mai mică, în schimb nu vor fi sesizate, corespunzător, vibrațiile de frecvență mai înaltă.

În aceste condiții, la realizarea dozelor cu cristal soluția optimă este cea de compromis, care are ca urmare apariția distorsiunilor și uzurii relativ mare.

Dozele de calitate medie produc semnale cu distorsiuni de 4 . . . 5 %, iar cele de calitate mai bună cu 2 . . . 3%. Aceste distorsiuni se produc în special la frecvențe mai mari de 8 kHz.

Vîrful de redare din dozele clasice cu cristal sînt realizate din safir, cu secțiunea circulară și raza de curbură între 15 . . . 25 μm. Aceste vîrfuri de redare sînt ieftine, dar durata de utilizare este dependentă de sensibilitatea dozei. Dacă doza are sensibilitatea mai scăzută este necesară o forță de apăsare a vîrfului de redare mai mare, astfel uzura devine mai pronunțată. În cazul dozelor mai sensibile forța de apăsare se micșorează și astfel se reduce și tocirea vîrfului și uzura șanțului. Durata de utilizare a vîrfului de

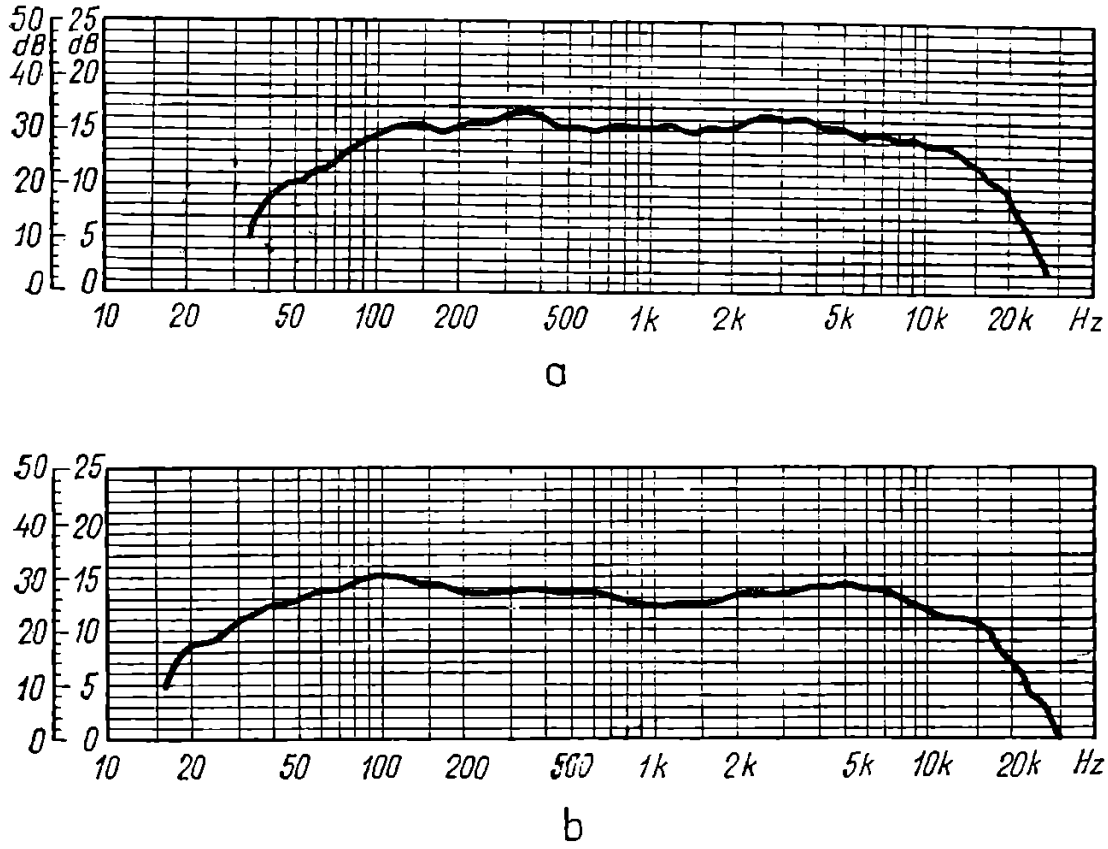


Figura 32 — Caracteristica de frecvență a dozei cu cristal: *a*) sensibilă la amplitudinea de deplasare; *b*) sensibilă la viteza de oscilație.

redare este de 200 ... 500 ore, în funcție de forța de apăsare. Vîrfurile din safir, care se fabrică în prezent — după constatări experimentale — nu se pot utiliza mai mult de 200 ore de exploatare.

Dezavantajul principal al dozelor cu cristal este sensibilitatea mare față de variațiile de temperatură și umiditate a mediului ambiant. Proprietățile de funcționare nu sînt stabile, astfel, la o creștere cu 10°C a temperaturii (față de 18 ... 22°C), tensiunea semnalului de ieșire scade cu 25%. Pe lîngă acestea lamele de cristal sînt foarte sensibile la șocurile mecanice.

Caracteristica de frecvență depinde de sistemul dozei, adică dacă este sensibilă la amplitudinea sau la viteza de oscilație a vîrfului. Dozele sensibile la amplitudine au caracteristica de frecvență între 60 ... 80 Hz și 10 ... 12 kHz, cu abaterea de $\pm$ 6 dB. Dozele sensibile la viteză sînt de calitate mai bună, în principiu se pot obține și doze Hi-Fi a căror caracteristică de frecvență se încadrează în normele prezentate la începutul acestui capitol.

Unica proprietate avantajoasă a dozelor cu cristal este nivelul ridicat al tensiunii semnalului de ieșire, care este 400 ... 800 mV pe impedanța de ieșire de 0,5 ... 2 MΩ.

• **Dozele ceramice**

Principiul de funcționare al dozelor ceramice se bazează tot pe efectul piezoelectric. Constructiv sînt asemănătoare cu dozele cu cristal, însă elementul transductor nu este o lamelă de cristal tăiată dintr-un macrocristal de sare Seignette, ci dintr-o lamă de ceramică policristalină așa-numită piezooxidică. Pentru realizarea lamelelor ceramice, cel mai des se utilizează titanatul de bariu sau titanatul de plumb, săruri care nu prezintă însușiri piezoelectrice. Proprietățile piezoelectrice apar numai după tratamente termice speciale și sinterizare. Plăcuța ceramică se poate realiza cu grosimea mai mică și cu elasticitatea mai mare ca lamelele clasice de cristal, din care cauză produce la forțe de deformare mai mici, un nivel corespunzător al semnalului de ieșire.

Deși, tensiunea semnalului este ceva mai mică decît la dozele cu lamele de cristal din sare Seignette, se obține, la forța de apăsare de 2 . . . 4 gf, valoarea de 500 mV a semnalului de ieșire (la frecvența de 1 kHz și viteza de oscilație a vîrfului de 80 mm/s).

Avantajul cel mai important al lamelor policristaline este domeniul de temperatură mai mare al mediului ambiant, în care acestea pot funcționa. Astfel, pînă la +70°C nu sînt influențate de temperatură. Umiditatea mediului ambiant nu influențează proprietățile electrice ale plăcuțelor. Însă, la acțiunile mecanice (șocuri) sînt mai sensibile decît dozele simple cu cristal.

Caracteristica de frecvență este mai bună decît la dozele cu cristal. În cazul dozelor ceramice de calitate mijlocie banda transmisă este cuprinsă între 30 . . . 16 000 Hz cu ±6 dB, iar la cele de calitate ridicată între 30 . . . 18 000 Hz cu ±6 dB. Distorsiunile diferă în funcție de tipul dozei, în general, valorile sînt cuprinse între 0,5 . . . 2%. La majoritatea dozelor ceramice, vîrful de redare este realizat din diamant. Prin aceasta, timpul de utilizare va fi mai mare. Astfel, la vîrfurile cu raza de curbură între 15 . . . 18 μm, de secțiune circulară, la forța de apăsare de 5 gf, durata de utilizare a vîrfului de redare este de 600 . . . 800 ore. Trebuie să facem mențiunea că în literatura de specialitate pentru vîrfurile din diamant sînt prevăzute în general 1 000 ore de utilizare, dar aceasta în condițiile unei forțe de apăsare de pînă la 3 gf, de regulă 0,5 . . . 2 gf, care este tipică dozelor magnetice și dinamice. În cazul dozelor ceramice forța de apăsare necesară fiind mai mare vîrful se va uza în timp mai scurt.

• **Dozele magnetice**

Din categoria dozelor cu caracter inductiv, dozele magnetice sînt cele mai utilizate în tehnica Hi-Fi. După modul constructiv ele se împart în trei grupe:

— cu magnet mobil (magnetodinamice)

— cu miez de fier mobil (ferodinamice)

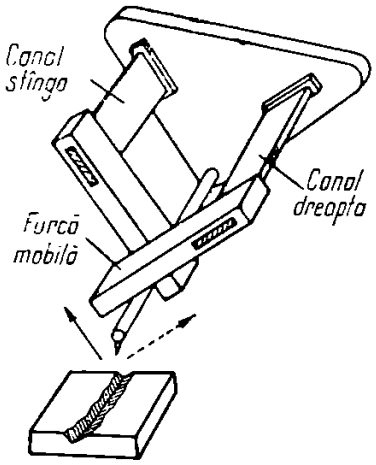


Figura 33 — Schița dozei ceramice.

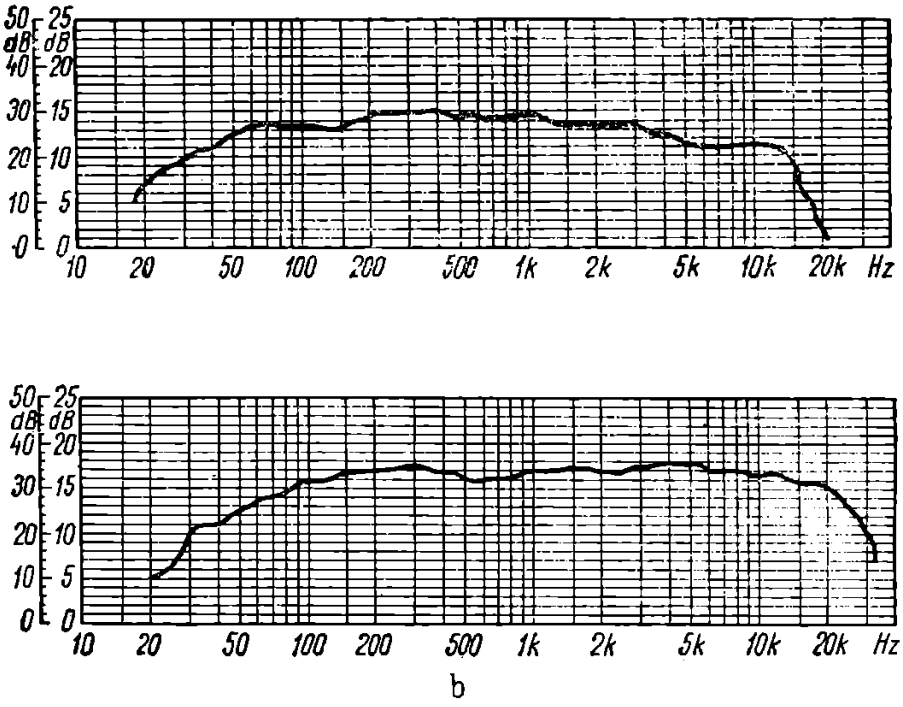


Figura 34 — Caracteristica de frecvență a dozei ceramice: *a*) la o doză de calitate medie; *b*) la o doză Hi-Fi.

— cu reluctanță variabilă.

Dozele cu magnet mobil transformă vibrațiile mecanice explorate de vîrful de redare în tensiune de audiofrecvență pe baza principiului inducției electromagnetice: dacă spirele unei bobine sînt străbătute de linii de cîmp magnetic variabil, în bobină se induce o tensiune electromotoare*. Prin urmare în aceste doze transducto-

---

* N.T. Tensiunea electromotoare indusă este: $e = n\frac{d\Phi}{dt}$, n — este numărul de spire al bobinei, Φ este fluxul magnetic. Variația fluxului magnetic $d\Phi/dt$ este proporțională cu viteza de oscilație a vîrfului de redare v; deci rezultă $e = K \cdot v$, K este o constantă tipică dozei.

rul este alcătuit din una sau mai multe bobine cu miez magnetic, în dreptul cărora o oscilează un minuscul baston de magnet permanent, solidar cu suportul vîrfului de redare, care va modifica fluxul magnetic în corespondență cu vibrațiile modulate în șanțul gravat. Prin variația fluxului magnetic în dreptul miezurilor bobinelor se induce în acestea tensiunea de audiofrecvență.

Doza cu magnet permanent mobil este sensibilă la viteza de oscilație a vîrfului de redare.

Dozele magnetodinamice moderne se realizează cu două sau patru bobine. De numărul acestora depinde nivelul tensiunii de audiofrecvență de ieșire. În cazul dozelor cu două bobine se obține un semnal de ieșire de 2 . . . 5 mV, iar la cele cu patru bobine de 5 . . . 10 mV. Impedanța de ieșire a dozei depinde și ea de numărul de bobine și de numărul de spire ale fiecărei bobine, valorile fiind cuprinse între 10 . . . 50 kΩ.

Dozele cu miez de fier mobil au principiul de funcționare și alcătuirea asemănătoare cu dozele magnetodinamice. Elementul mobil la aceste doze nu este un magnet permanent minuscul, ci un mic miez de fier moale (solidar cu suportul vîrfului de redare). Miezul de fier moale se află într-un cîmp magnetic constant, creat de către un magnet permanent, comportîndu-se ca un magnet secundar. Odată cu vibrațiile vîrfului de redare se va modifica și fluxul magnetic din bobinele dozei, inducîndu-se în spirele acesteia tensiunea electromotoare de audiofrecvență.

Avantajul esențial al utilizării miezului de fier constă în aceea că masa acestuia poate fi deosebit de mică, astfel elasticitatea echipajului mobil poate fi mai mare.

Dozele cu reluctanță variabilă au construcția esențial diferită de cele două feluri de doze magnetice descrise mai sus. Principiul de funcționare se bazează pe modificarea reluctanței circuitului magnetic în funcție de oscilațiile vîrfului de redare în timpul explorării șanțului modulat.

Deosebirea esențială, față de tipurile descrise anterior, este aceea că miezul magnetic al bobinelor concentrează liniile de cîmp magnetic provenite de la un magnet permanent. Astfel, pe cînd la dozele magnetodinamice și ferodinamice în stare de repaus miezul feromagnetic al bobinelor nu este străbătut de linii de cîmp magnetic, iar apariția fluxului magnetic în bobine este generată de mișcarea vîrfului de redare, la dozele cu reluctanță variabilă în miezul bobinelor există un flux magnetic constant, iar o piesă polară, de formă corespunzătoare, solidară cu suportul vîrfului de redare, în timpul redării se va comporta ca un șunt magnetic variabil.

În stare de repaus, numărul liniilor de forță ce străbate intrefierul dintre miezul bobinelor și piesa în formă de cruce din fier moale, este același și aceasta va fi „centrată" în cîmpul magnetic

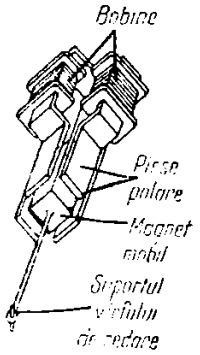


Figura 35 — Schița dozei cu magnet (magnetodinamică). mobil

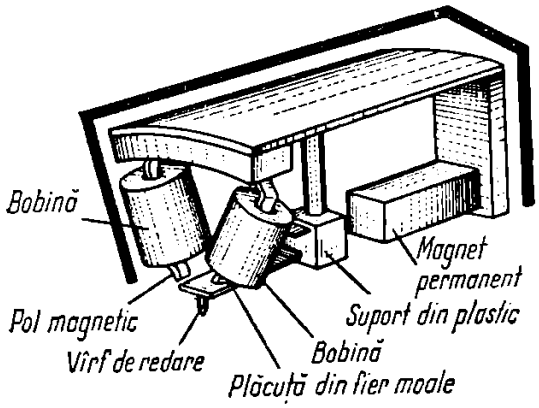


Figura 36 — Schița dozei ferodinamice.

constant. În timpul explorării discului, piesa feromagnetică va perturba echilibrul existent al fluxurilor magnetice, variindu-le în ritmul oscilațiilor transmise de vîrful de redare. Astfel, într-o bobină, unde intrefierul scade, fluxul va crește, iar în bobina de opoziție, unde intrefierul crește fluxul scade. Prin conectarea capetelor înfășurărilor celor două bobine în paralel, curenții induși se adună și astfel asimetria magnetizării piesei mobile din fier moale se echilibrează.

În acest fel tensiunea de audiofrecvență, care apare la bornele perechilor de bobine, urmărește oscilațiile gravate în șanțul modulat al discului. Avantajele acestei doze în raport cu dozele magnetodinamice și ferodinamice sînt distorsiunile armonice mai reduse și imunitatea la influența cîmpurilor magnetice exterioare.

Despre caracteristicile calitative generale se poate arăta caracteristica de frecvență între 30 . . . 20 000 Hz cu abaterea de ± 2 dB, distorsiunile armonice între 0,1 . . . 0,5%. Dintre tipurile moderne se pot alege doze cu caracteristici calitative mult mai bune.

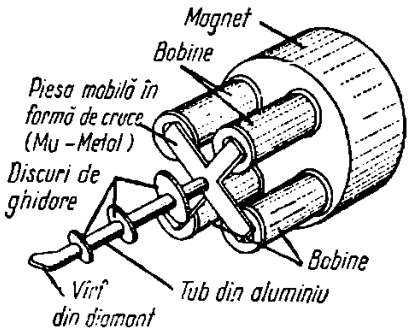


Figura 37 — Schița dozei cu reluctanță variabilă.

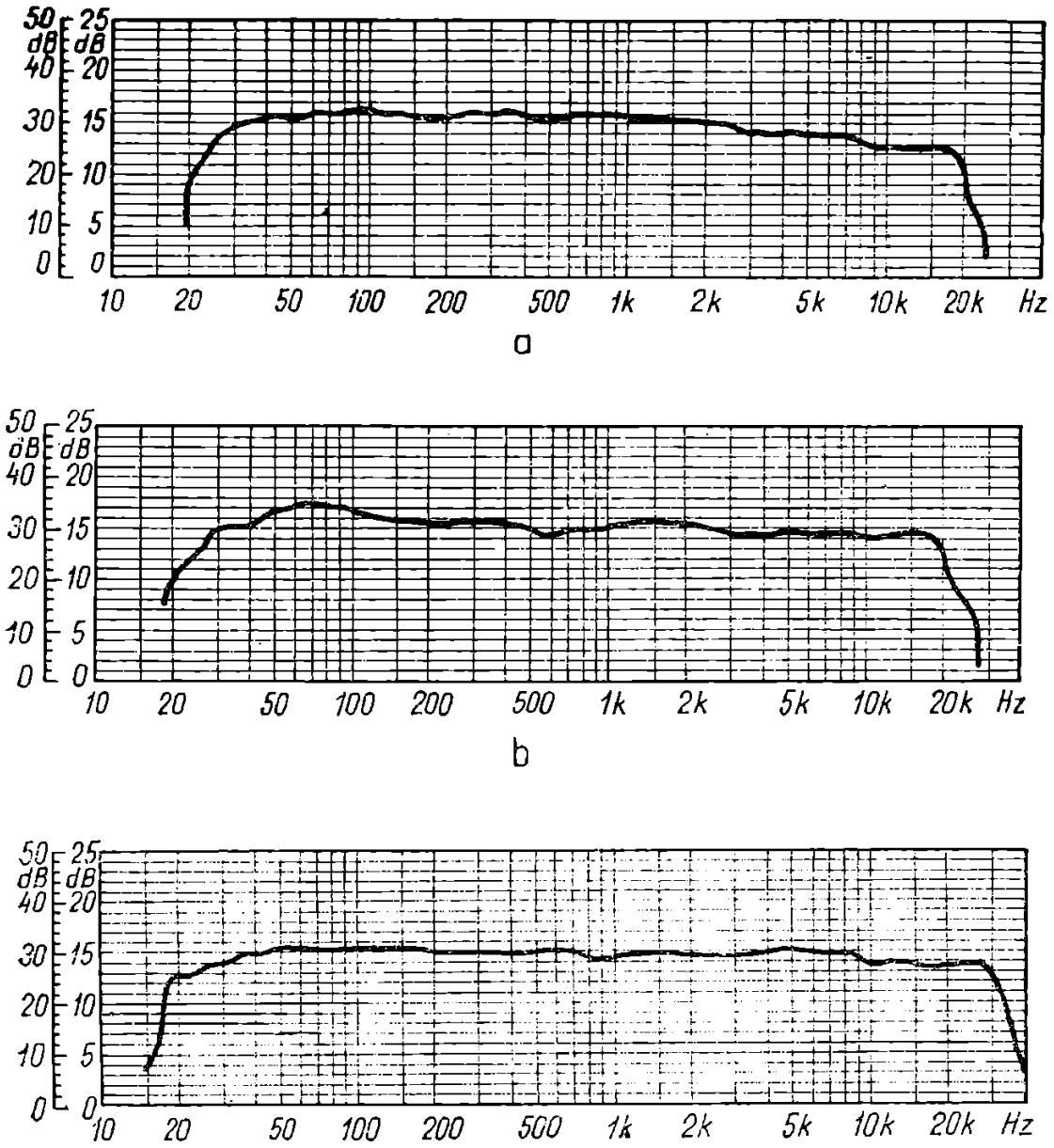


Figura 38 — Caracteristica de frecvență a dozelor magnetice *a*) magnetodinamică; *b*) ferodinamică; *c*) cu reluctanță variabilă.

- **Dozele electrodinamice**

La această doză o bobină este fixată de suportul vîrfului de redare. Din acest motiv aceste doze se mai numesc și cu bobină mobilă. Bobina cu 40 . . . 100 spire se află dispusă într-un cîmp magnetic constant creat de un magnet permanent. În timpul explorării discului, prin mișcarea bobinei în cîmpul magnetic, se induce în spirele acesteia tensiunea de audiofrecvență.

Deoarece, masa bobinei este neglijabilă și masa echipajului mobil este mică. Prin urmare se obține o bună elasticitate. Însă din cauza numărului de spire al bobinei, fiind relativ mic, chiar într-un

cîmp magnetic intens, tensiunea de audiofrecvență este de valoare foarte mică — de ordinul zecimilor de mV. Pentru obținerea unui raport semnal/zgomot corespunzător transductorul se conectează la amplificator prin intermediul unui transformator de adaptare. În general dozele electrodinamice se fabrică pentru studiourile profesionale. Bobina fiind de regulă bobinată pe suportul vîrfului de redare la uzura (tocirea) acestuia, schimbarea se poate face numai cu mijloace profesionale. Pentru scopuri Hi-Fi amatoricești nu se întîlnesc doze electrodinamice.

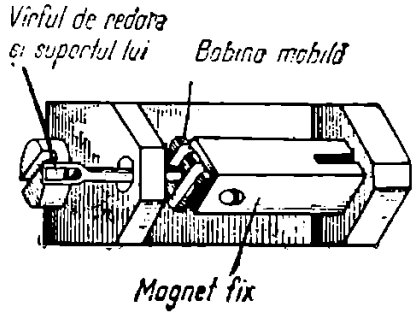


Figura 39 — Schița dozei dinamice.

Caracteristica de frecvență este între 20 . . . 25 000 Hz, dar sînt și tipuri mai moderne cu caracteristica între 10 . . . 50 000 Hz, care pot fi utilizate cu succes la reproducerea discurilor cuadrofonice. Raportul semnal/zgomot depinde în mare măsură de calitatea transformatorului de adaptare și al preamplificatorului. Distorsiunile armonice sînt 0,1 . . . 0,2%. La dozele electrodinamice se utilizează numai vîrfuri de redare din diamant.

- **Doza condensator**

Dozele cu caracter capacitiv se produc în două variante: doze condensator de înaltă frecvență sau de audiofrecvență. În prezent sînt fabricate și utilizate ambele variante; vom prezenta în continuare cîte un exemplu practic.

În cazul dozei condensator de înaltă frecvență, suportul vîrfului de redare constituie armătura mobilă a condensatorului din circuitul oscilant, cu frecvența de cca 3,5 MHz, al unui oscilator. În timpul explorării șanțului gravat al discului, vibrațiile armăturii mobile vor duce la variații ale capacității și deci a frecvenței de oscilație corespunzător informației sonore gravate pe disc. Oscilația de înaltă frecvență modulată în frecvență se aplică unui demodulator MF, la ieșirea căruia se obține semnalul de audiofrecvență. Acest procedeu implică utilizarea unor circuite electronice mai complexe, care reprezintă un dezavantaj. În schimb caracteristica de frecvență între 10 . . . 100 000 Hz și raportul semnal/zgomot bun, sînt avantaje covîrșitoare. Aceste performanțe au determinat ca mai multe firme japoneze să le experimenteze la redarea discurilor cuadrofonice.

Și la doza condensator ca sistem de transductor direct în semnale de audiofrecvență suportul vîrfului de redare este armătura

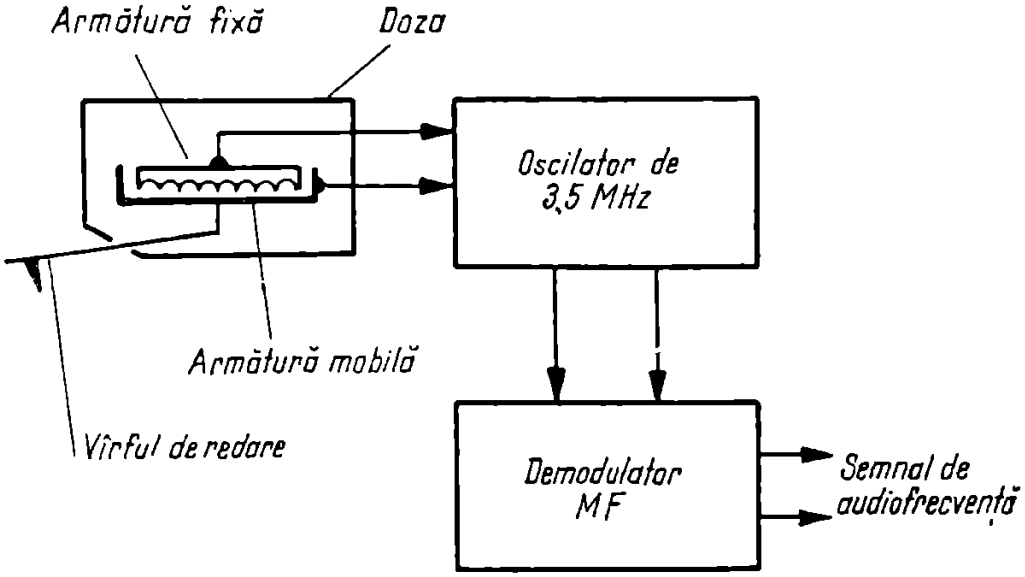


Figura 40 — Schema dozei condensator în varianta de înaltă frecvență.

mobilă a unui condensator, care însă este încărcat cu sarcină electrică constantă. Din cauza modificării capacității, ca urmare a vibrațiilor vîrfului de redare în timpul explorării discului, la bornele condensatorului apare tensiunea variabilă de audiofrecvență. Dezavantajul major al acestei doze este necesitatea asigurării încărcării condensatorului dintr-o sursă de tensiune printr-o rezistență de valoare mare. Prin aceasta rezistența de ieșire este mare, iar raportul semnal/zgomot mai scăzut.

Doza condensator, în această variantă, nu s-a extins. Urmașul modern al acesteia este așa-numita doză cu electret, care nu mai necesită alimentarea dintr-o sursă de tensiune și este de o construcție deosebit de simplă.

În doză suportul vîrfului de redare, realizat dintr-un tub subțire metalic, se află la potențialul masei și constituie armătura mobilă a condensatorului. Acest suport se află între două folii de elec-

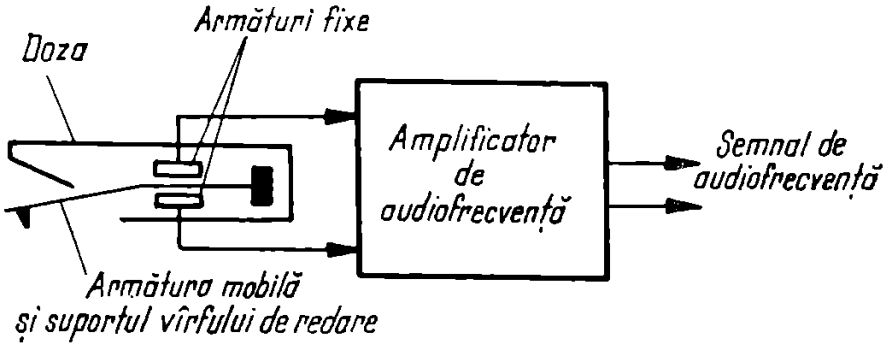


Figura 41 — Schița dozei condensator în varianta de audiofrecvență.

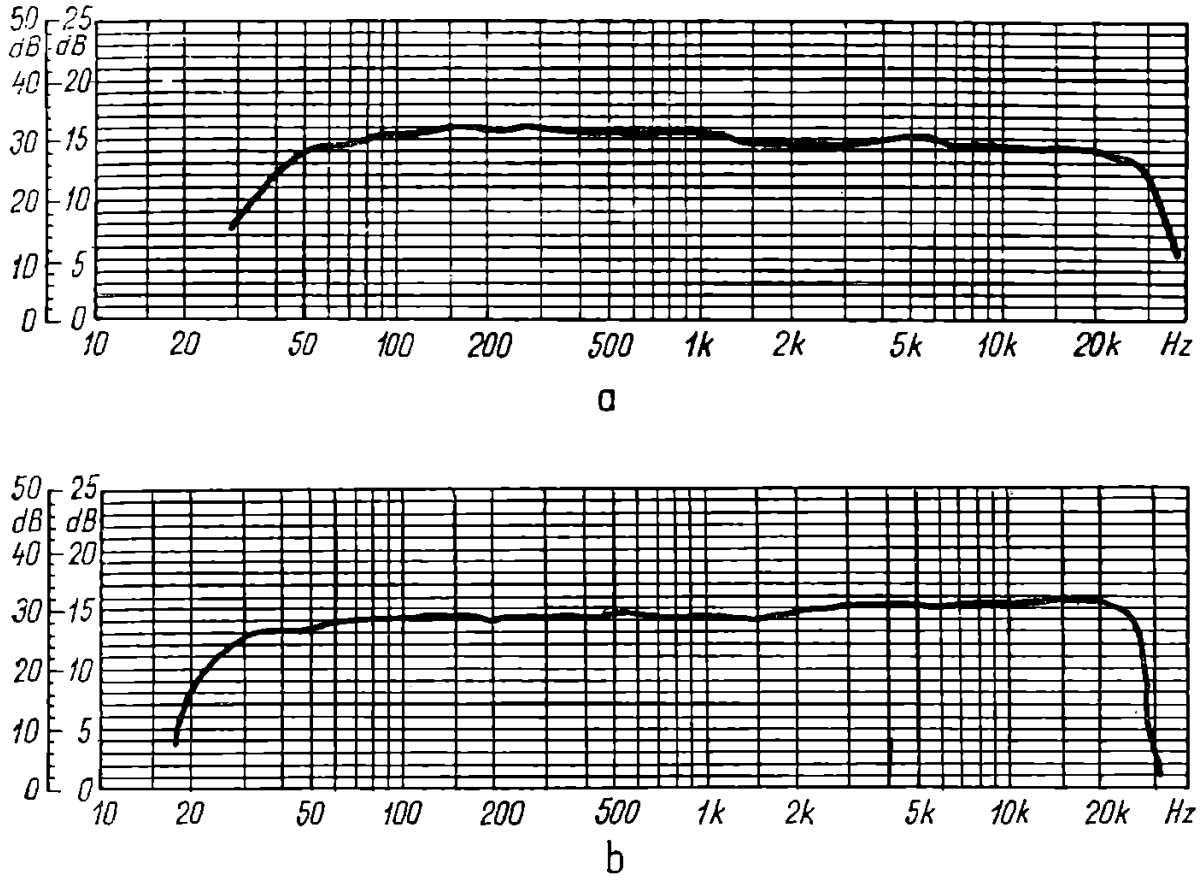


Figura 42 — Caracteristica de frecvență a dozei condensator: *a*) în varianta de înaltă frecvență; *b*) în varianta de audiofrecvență.

tret perpendiculare, cu dimensiunile de 1×2 mm, care pe fețele posterioare sînt metalizate și astfel se obțin armăturile fixe. În timpul mișcării vîrfului de redare se modifică capacitatea electrică a sistemului și la bornele armăturilor fixe apare tensiunea de semnal. Deoarece tensiunea semnalului de ieșire este infimă, nu se poate transmite acest semnal mic la cîțiva cm fără ca raportul semnal/zgomot să nu se înrăutățească considerabil; de aceea în doză se incorporează un preamplificator cu circuite integrate, care debitează la ieșire un semnal de 200 mV la 1 KH.

Caracteristica de frecvență a dozelor condensator cu electret este corespunzătoare și redării de pe discurile cuadro, dacă sînt prevăzute cu vîrfuri de redare adecvate. În prezent sînt fabricate doze condensator cu electret, care au caracteristica de frecvență liniară între 10 ... 50 000 Hz cu abaterea de ± 1 dB. Raportul semnal/zgomot se apropie de cel al dozelor de calitate magnetice și dinamice, avînd însă elasticitatea mult mai bună ca a acestora.

- **Utilizarea dozelor**

Tipul dozelor prezentate anterior sînt cel mai des întîlnite în cercul larg de utilizatori. În afara cunoașterii dozelor, este necesar

să ne ocupăm mai detailat și cu posibilitățile de utilizare ale acestora.

În practica amatorilor, multe decenii, au fost utilizate numai dozele cu cristal. Deși în prezent asemenea tipuri de doze sînt considerate ca depășite, totuși sute de mii de picupuri aflate în folosința marelui public și al unor instituții culturale, sînt dotate cu asemenea doze. Prin urmare nu putem fi indiferenți de rezultatele utilizării acestor doze.

Calitatea audiției în timpul redării discurilor depinde în primul rînd de starea vîrfului de redare al dozei. În dozele cu cristal aproape fără excepție se utilizează vîrfuri din safir, iar în dozele ceramice fie de safir fie de diamant, de la tip la tip. Caracteristica comună ambelor tipuri de vîrfuri este că șocurile mecanice longitudinale duc la spargerea sau fisurarea acestora.

Deosebirea esențială dintre vîrfurile din safir și cele din diamant este duritatea mai mare a diamantului, deci uzura (prin tocire) mai mică a acestora. În cazul vîrfurilor de redare din safir la o forță de apăsare de 6 gf durata de folosire este de 200 ore, după care acesta trebuie schimbat. La vîrfurile din diamant — întîlnite în special la dozele ceramice — la o forță de apăsare de 5 gf durata de folosire este de 800 ore, iar o forță de 6 gf se pot folosi 600 ore.

Uzura vîrfurilor de redare este un proces continuu. La vîrfurile din safir, uzura mai pronunțată începe după primele 100 ore de folosire, la vîrfurile din diamant această uzură se constată după 500 ore. După acest timp de folosire apare un fîșîit specific și nu se recomandă utilizarea acestor vîrfuri pentru înregistrări după disc pe banda magnetică.

La dozele magnetice și dinamice situația este mult mai avantajoasă. Vîrfurile din diamant, utilizate de regulă la dozele magnetice și dinamice, datorită principiului de funcționare ale acestora, sînt supuse unor forțe de apăsare de numai 0,5 . . . 2,5 gf. Astfel la aceste tipuri de doze durata de folosire a vîrfului de redare este mai mare. Durata de folosire, de 1000 ore a unor vîrfuri din diamant se referă la forța de apăsare de 3 gf maxim permisă în cazul dozelor magnetice.

Constatări practice arată că vîrfurile din diamant se pot folosi 1 200 ore la forța de apăsare de 2 gf, 1 400 ore la 1 gf și 1 500 ore la 0,5 gf, fără a prezenta o uzură pronunțată. La aceasta contribuie și raza de curbură mai mică a vîrfurilor de redare, utilizate la dozele magnetice și dinamice, față de cele folosite la dozele cu cristal. Din care motiv suprafața, care intră în contact cu pereții șanțului gravat este mai mică, reducîndu-se astfel uzura vîrfului.

La utilizarea dozelor de picup, alt punct cheie este modul de fixare al dozei în brațul picupului sau respectiv interșanjabilitatea acesteia. Din acest considerent dozele cu cristal și ceramice sînt rea-

lizate de către diferitele fabrici producătoare pentru diferite mărci de picup, astfel acestea nu se potrivesc de la un tip la altul.

Dozele cu cristal se fixează în brațul picupului cu ajutorul unor bretele elastice sau cu șuruburi. Mai recent se procedează la practicarea unei piste în brațul picupului, unde se introduce prin culisare doza de redare, la capătul pistei de culisare aflîndu-se și piesele de contact cu bornele de ieșire a dozei.

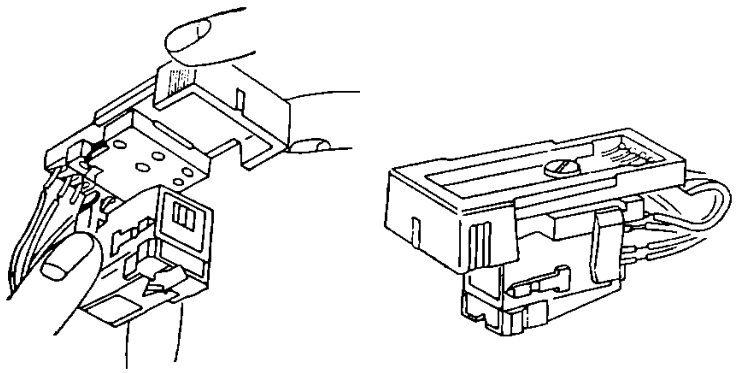


Figura 43 — Fixarea dozei cu cristal în lăcașul din brațul picupului.

Dozele ceramice sînt prevăzute cu soclu cu închizător tip baionetă, care se poate fixa de braț cu ajutorul unui șurub.

La picupurile Hi-Fi s-a realizat pentru prima dată doze normalizate internațional, care se fixează cu șuruburi. Acestea sînt dozele magnetice și dinamice, care se fabrică în prezent cu dimensiuni normalizate, independent de marca dozei. Pentru fixarea lor se utilizează așa-numita carcasă Shell care este prinsă în prelungirea brațului de picup. În aceasta sînt practicate două găuri cu diametrul de 3,2 mm la distanța de $^1/_2$ țol între ele. În doză sînt practicate de asemenea două astfel de găuri cu aceeași dispunere.

Ieșirile dozelor sînt simetrice și astfel fiecare dintre ele are patru borne. Pe aceste borne de ieșire se prind papuci din cupru, pe care se lipesc firele flexibile, care intră în interiorul brațului spre amplificator.

Pentru fixarea dozei se folosesc șuruburi M3 de 1 cm lungime și piulița corespunzătoare din aluminiu, pentru a nu se mări inutil masa brațului.

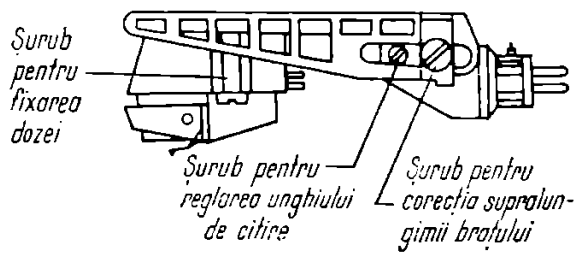


Figura 44 — Sistemul de fixare normalizat internațional, pentru dozele magnetice și dinamice.

După principiul de funcționare al dozei, cu care este prevăzut picupul se poate stabili tipul de amplificator la care aceasta trebuie conectat. Independent de tipul dozei, cele cu cristal și cele ceramice se pot conecta direct numai la amplificatoare de nivel mare la intrare. Asemenea amplificatoare sînt etajele finale din radioreceptoare, la care intrarea de picup nu este mai sensibilă de 200 mV.

Dozele magnetice, dinamice și condensator — în funcție de tipul dozei — debitează la ieșire un semnal de 1 . . . 10 mV pe impedanța de 10 . . . 50 K. În cazul acestor doze sensibilitatea amplificatorului trebuie să fie de ordinul 1 . . . 10 mV. Dacă dorim să conectăm picupul cu asemenea doze la un amplificator de putere, este necesară intercalarea unui preamplificator.

În toate cazurile este recomandabil, ca preamplificatorul să fie incorporat în cutia picupului, astfel firele de legătură dintre doză și preamplificator sînt scurte.

- **Montarea, exploatarea și întreținerea**

Montarea dozelor cu cristal și ceramice se poate face fără nici o greutate, numai atunci cînd acestea sînt corespunzătoare mărcii respective de picup. În asemenea cazuri precauția constă în scoaterea cu atenție a dozei vechi din suportul după brațul picupului, fără ca s-o spargem, iar cea nouă să fie fixată exact în aceeași manieră în braț. O problemă mai complicată este situația cînd nu se dispune de doza cu cristal sau ceramică orginală, corespunzătoare mărcii picupului. În asemenea ocazii este necesară realizarea unei adaptări a sistemului de fixare din brațul picupului, corespunzător dozei respective.

În practică mulți utilizatori încearcă să schimbe doza originală cu cristal cu doză magnetică. Aceste încercări sînt de regulă nereușite, deoarece picupurile cu doze cu cristal (mai ieftine) au mecanismul de antrenare prevăzut cu transmisie prin rolă de fricțiune, mecanism care nu conviețuiește corespunzător cu doza magnetică, astfel crescînd zgomotul de natură mecanică (duruituri). Acest tip de mecanism nu afectează dozele cu cristal sau ceramice, care nu sînt sensibile la influențeze de natură mecanică cu frecvența sub 50 Hz. Doza magnetică care se adaptează ulterior, chiar dacă este de calitate mai slabă, sesizează bine vibrațiile din jurul frecvenței de 20 Hz. Astfel, pe lîngă semnalul util apare un semnal perturbator cauzat de influențele de natură mecanică.

Montarea dozelor magnetice devine o operațiune simplă, datorită normalizării internaționale a sistemului de fixare. Prin adaptarea soclului închizător tip baionetă la capătul brațului, se facilitează în plus această operațiune. Astfel, se demontează carcasa dozei din soclul baionetă, apoi se montează doza în carcasă, după care se cuplează carcasa cu doza în soclul de la capătul brațului, șir de operațiuni ce se pot efectua foarte comod.

În cazul schimbării dozei magnetice cu alt tip nou este necesar a ține seama de masa dozei noi, deci se va regla contragreutatea pentru obținerea forței de apăsare corespunzătoare și de asemenea se va corecta reglajul dispozitivului antiskating.

Dozele dinamice nu s-au extins în aria de utilizare a amatorilor, rămînînd în exclusivitate mijloace pentru picupurile de studio. Carcasa cu doza montată are un soclu potrivit cu cel de tip baionetă din capătul brațului, în consecință operațiunea de montare este foarte simplă. Astfel, doza dinamică de studio tip TSD 15 fabricată de Ortofon-EMT se poate ușor instala la un picup Hi-Fi cu soclu tip baionetă.

Diferitele tipuri de doze sînt sensibile la influențele perturbatoare exterioare. Unele influențe doar perturbă funcționarea corespunzătoare dozei, altele mai puternice pot duce la deteriorarea acesteia.

Dozele cu cristal sînt sensibile la variațiile mari de temperatură și la umiditatea ridicată a mediului ambiant. După un anumit timp lacul protector al lamelor de cristal se fisurează și se exfoliază. Astfel, plăcuțele de cristal vin în contact direct cu aerul rezultînd o scădere a nivelului semnalului de ieșire, o micșorare a caracteristicii de frecvență și o creștere a rezistenței interne. Dozele ceramice nu sînt afectate de variațiile temperaturii și umiditatea mediului ambiant.

Dozele magnetice sînt influențate cel mai mult de cîmpurile magnetice exterioare. Prin influența unui cîmp magnetic intens poate apare o magnetizare a pieselor dozei, care poate duce la deteriorare totală. Aceasta se manifestă prin apariția în timpul redării a unui zgomot de fond foarte puternic.

Apariția unei magnetizări nedorite poate fi provocată și în timpul măsurării înfășurărilor dozei cu instrumente electronice neco-

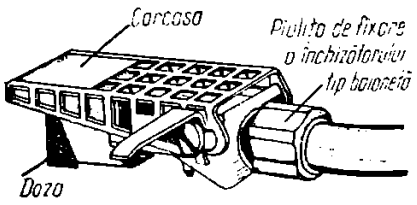


Figura 45 — Carcasa pentru fixarea dozelor, normalizată internațional (Shell), cu închizător tip baionetă.

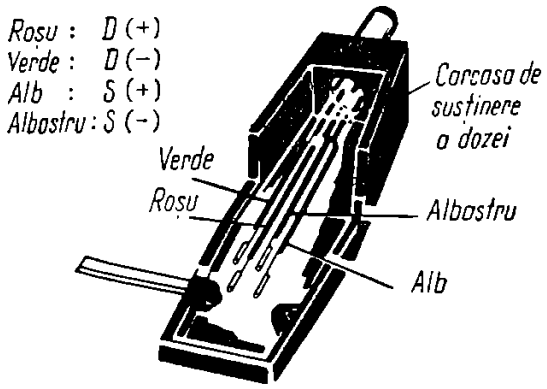


Figura 46 — Codul culorilor conexiunilor dozelor magnetice.

respunzătoare. În această situație doza „măsurată" devine inutilizabilă.

Partea cea mai sensibilă și cea mai delicată a dozei este vîrful de redare. Parametrii calitativi de bază ai semnalului de redare depind de starea de uzură și de curățenie a acestuia. Astfel este necesar ca întotdeauna, înaintea începerii redării să se verifice și să se asigure curățenia vîrfului de redare.

Pentru verificarea stării de uzură și a curățeniei vîrfului de redare sînt necesare cîteva ustensile. Acestea sînt: o lupă, care mărește de 25 . . . 50 ori, o pensulă din păr de veveriță și eventual un spray special pentru vîrfuri.

După fiecare opt-zece ore de utilizare se va verifica starea de curățenie a vîrfului și dacă este necesar se va face curățirea lui. În cazul curățirii uscate, cu pensula, se vor efectua mișcări longitudinale — îndepărtîndu-se astfel, depunerile pe vîrf.

În afara păstrării în perfectă curățenie a vîrfului de redare este recomandabil să se țină evidența duratei de folosire. Aceasta se realizează foarte simplu prin numărarea fețelor de disc, care au fost redate. Se poate considera durata redării unei fețe de disc mare de aproximativ 25 minute, unei fețe de disc mic de 4,5 minute. Evidența duratei de utilizare a vîrfului este importantă pentru stabilirea obiectivă a momentului schimbării vîrfului de redare.

1.1.5. CAPETE DE MAGNETOFON

Capetele magnetice utilizate în magnetofoane sînt așa-numitele surse de semnal reversibile. Pe de o parte pot înregistra pe banda magnetică, fluxul magnetic produs de curentul de audiofrecvență, pe de altă parte pot transforma variațiile de flux magnetic după bandă în semnale de audiofrecvență. Astfel, capul de magnetofon este un transductor electromagnetic direct sau invers.

Clasificarea capetelor de magnetofon se poate face după mai multe criterii:

1. După destinație
2. După numărul de piste magnetice de înregistrare respectiv redare
3. După adaptarea electrică a impedanței
4. După modul constructiv de realizare

După *destinație* distingem patru categorii de capete de magnetofon:

a) Capete de ștergere, care crează fluxul magnetic de înaltă frecvență necesar ștergerii benzilor magnetice.

b) Capete de înregistrare, care transformă curentul de audiofrecvență în flux magnetic variabil și-l transpune pe banda magnetică, ce se mișcă uniform în dreptul intrefierului.

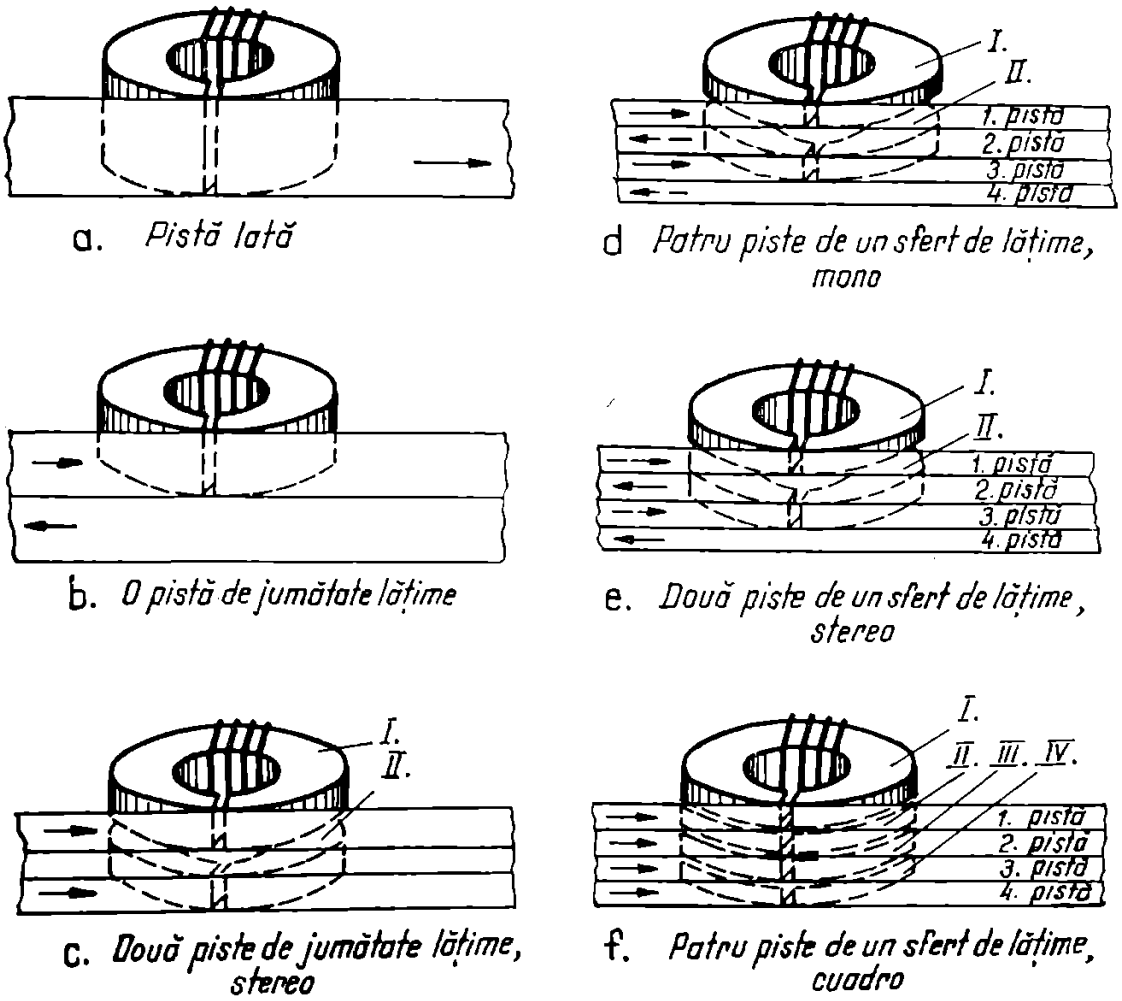


Figura 47 — Ilustrarea împărțirii capetelor după numărul de piste de înregistrare respectiv de redare.
a) Pistă lată; *b*) O pistă de jumătate lățime; *c*) Două piste de jumătate lățime, stereo; *d*) Patru piste de un sfert de lățime, mono; *e*) Două piste de un sfert de lățime, stereo; *f*) Pentru piste de un sfert de lățime cuadro.

c) Capete de redare, care transformă fluxul magnetic înregistrat pe bandă, în semnal electric de audiofrecvență.

d) Capete combinate, care în funcție de modul de lucru — înregistrare sau redare — pot îndeplini ambele funcțiuni. Comutarea se face odată cu comutarea circuitelor magnetofonului.

După *numărul de piste magnetice de înregistrare, respectiv redare,* independent de destinația capului magnetic, distingem următoarele tipuri:

a) Capete cu pistă lată, la care toată lățimea benzii este supusă procesului de înregistrare sau redare.

b) Capete cu o pistă de jumătate de lățime, la care magnetizarea benzii se face aproximativ jumătate din lățimea ei. Astfel, prin

întoarcerea benzii, mai avem la dispoziție încă jumătate din lățimea benzii.

c) Capete cu două piste de un sfert de lățime, care conform unor normalizări unitare internaționale, magnetizează banda în două piste de sfert de lățime sau într-o singură pistă de un sfert de lățime. În cazul înregistrărilor în sistemul cu două piste de un sfert, avem la dispoziție două lungimi de bandă, iar la înregistrările în sistem de patru piste de cîte un sfert, avem la dispoziție patru lungimi de bandă.

d) Capete cu două piste de jumătate de lățime, la care înregistrarea respectiv redarea se realizează pe două piste de jumătate de lățime de bandă.

e) Capete cu patru piste de cîte un sfert de lățime, la care procesul înregistrării se realizează pe toate cele patru piste de cîte un sfert.

După *adaptarea impedanțelor*, distingem două categorii de capete de înregistrare, de redare, sau combinate. Din prima categorie fac parte capetele de impedanță mare, care au și inductanța mare. Asemenea capete au inductanța de 500 . . . 200 mH, care se pot adapta numai la amplificatoarele cu tuburi electronice.

Din a doua categorie — utilizată în prezent în exclusivitate — fac parte capetele de impedanță mică, care au și inductanța mică. Aceste capete, care se pot adapta la amplificatoarele prevăzute cu tranzistoare și circuite integrate, au inductanța cuprinsă între 150 . . . 25 mH. Separat menționăm, că în general, capetele de ștergere au impedanța și inductanța mică.

După modul constructiv de realizare — independent de destinația capului — distingem capete de formă circulară, triunghiulară și pătrată, a miezului magnetic.

- **Caracteristici calitative**

Calitatea capetelor de magnetofon se descrie cu ajutorul caracteristicilor mecanice și electrice. Acestea sînt următoarele: lățimea intrefierului, înălțimea intrefierului, rezistența la uzură, inductanța, rezistența în curent continuu și curentul de audiofrecvență necesar pentru obținerea unei magnetizări date.

Lățimea intrefierului. Miezul feromagnetic al capetelor de magnetofon este prevăzut cu un intrefier, unde liniile de cîmp magnetic ies din circuitul magnetic și se închid prin pelicula magnetică a benzii. Lățimea intrefierului influențează, împreună cu viteza de deplasare a benzii, asupra caracteristicii de frecvență a semnalelor înregistrate sau redate. Lățimea intrefierului depinde de destinația magnetofonului respectiv.

La capetele magnetofoanelor de uz comun și Hi-Fi, lățimea intrefierului poate fi: la cele de ștergere 15 ... 50 μm, la cele de înregistrare 2 ... 4 μm, la cele de redare 1 ... 3 μm și la cele combinate 2,5 ... 3 μm. Capetele destinate magnetofoanelor profesionale pot avea intrefierul mai lat.

Înălțimea intrefierului. Înălțimea intrefierului este dependentă de numărul (și tipul benzii) pistelor magnetice pe care se face înregistrarea, respectiv redarea. În cazul pistei de lățimea benzii, înălțimea intrefierului este de 6,3 mm, la pistele de jumătate lățime este 2,5 ... 3 mm, iar la pistele de un sfert de lățime este de 1,2 ... 1,5 mm.

Rezistența la uzură. Miezurile capetelor de magnetofon sînt realizate din materiale magnetice cu duritate diferită. Astfel, capetele de ștergere au miezurile din ferită, capetele mai simple de înregistrare, redare și combinate din permalloy moale, capetele mai moderne au miezul din permalloy întărit, aliaj recovac, ferită, cristale de ferită cu fibră de sticlă. Rezistența la uzură depinde de materialul din care este realizat capul și este exprimată în ore de utilizare. Astfel, capetele din permalloy moale au 1 000 ... 2 000 ore de utilizare, cele din permalloy întărit au 5 000 ... 10 000 ore de utilizare, cele realizate din recovac au 10 000 ... 15 000 ore, cele din ferită 50 000 ... 80 000 ore, iar miezurile din cristale de ferită cu fibră de sticlă (GX) ajung la 150 000 ore de utilizare, pînă la realizarea uzurii critice ale acestor tipuri de capete.

Inductanța. Este dependentă de numărul de spire al bobinei și de permeabilitatea miezului, fiind exprimată în mH. Valoarea inductanței capetelor de înregistrare, redare și combinate este stabilită de către condițiile de adaptare impuse de la caz la caz. Așa cum am arătat, capetele cu inductanță mare se adaptează la amplificatoarele cu tuburi electronice, iar cele cu inductanță mică la amplificatoarele cu tranzistoare sau circuite integrate.

Rezistența în curent continuu. Această caracteristică este dependentă de bobinajul capului de magnetofon, deci și de inductanța acestuia. Capetele cu inductanță mare au și rezistența în curent continuu mai mare, iar cele cu inductanța mai mică au rezistența mai mică. În cazul capetelor moderne, care se adaptează la amplificatoarele cu semiconductori, rezistența în curent continuu este 500 ... 2 000 Ω.

Curentul de audiofrecvență de înregistrare. La înregistrare, realizarea fluxului magnetic necesar magnetizării benzii necesită un anumit curent exprimat în mA, la o anumită frecvență (sau bandă de frecvențe). Valoarea curentului util de audiofrecvență, care produce magnetizarea prescrisă, depinde de tipul capului și reprezintă o caracteristică a acestuia. Altfel exprimat, este valoarea curentului

de audiofrecvență din capul de înregistrare, astfel încît la redarea benzii să se obțină nivelul nominal al semnalului.

• **Capul de ștergere**

După modul de producere a fluxului magnetic de ștergere, deosebim ștergerea cu curent continuu și cu curent alternativ. Corespunzător cu aceasta se produc și capetele de ștergere. În magnetofoanele moderne, în prezent, se practică numai ștergerea cu curenți de înaltă frecvență (ultraacustică) și sînt prevăzute cu capetele de ștergere corespunzătoare.

Capul de ștergere este excitat cu tensiune de înaltă frecvență numai în timpul efectuării înregistrării. Pe perioada redării oscilatorul de ștergere și capul de ștergere sînt deconectate, astfel neexercitînd nici o influență asupra benzii magnetice.

În general, forma miezului magnetic al capetelor de ștergere, cu înaltă frecvență, este inelară. Materialul din care este realizat poate fi tolă cu 4% siliciu, permalloy, mumetal, ferită sau — la capetele mai recent fabricate — recovac, respectiv cristale de ferită cu fibră de sticlă (GX). În prezent nu se mai fabrică miezuri din tole lamelare, ci presate compact, peste care se realizează bobinajul corespunzător. Lățimea intrefierului este mare, iar la unele capete se practică chiar două fante de intrefier. Mărimea lățimii intrefierului (la magnetofoanele cu viteza de antrenare a benzii mai mică) este de 15 ... 30 μm și de 0,1 ... 0,3 mm (la magnetofoanele profesionale, cu viteză de deplasare mai mare).

Inductanța capetelor de ștergere are valori între 0,1 ... 0,5 mH. Din cauza pierderilor în miezul magnetic, în timpul excitării acestora cu tensiunea de înaltă frecvență, capul de ștergere se încălzește. În cazul sistemului de două ori două piste de un sfert, temperatura de regim a capului de ștergere este de 25° ... 35°C, iar la capetele de două piste de cîte o jumătate sau pistă de o lățime ajunge la 50° ... 60°C. În intrefierul miezului magnetic se introduc lamele din cupru sau bronz de grosime corespunzătoare. De asemenea, în scopul ecranării capului acesta se introduce într-o mică in-

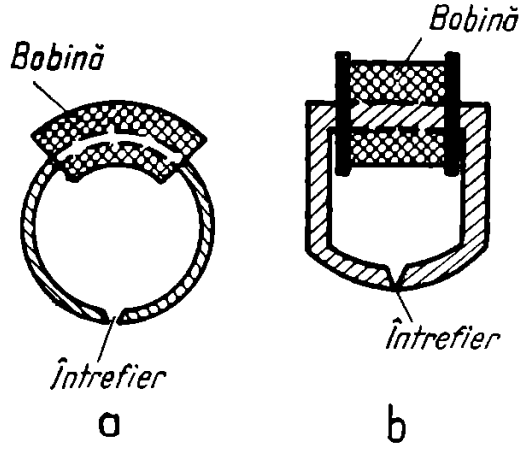


Figura 48 — Tipuri constructive uzuale ale capetelor de stergere:
a) forma inelară; b) forma dreptunghiulară.

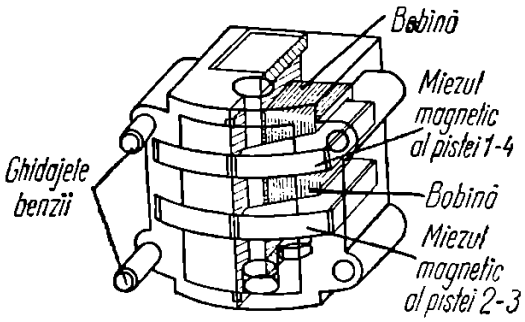


Figura 49 — Schița unui cap de ștergere cu două piste de un sfert de lățime.

cintă metalică din cupru sau aluminiu. Scopul ecranării capului de ștergere este acela de a împiedica radiația cîmpului de înaltă frecvență în spațiul apropiat și deci în celelalte capete ale magnetofonului. Curentul de înaltă frecvență, care este necesar pentru excitarea capului de ștergere, este de 100 . . . 200 mA, iar la capetele de ștergere din casetofoane poate fi de 60 . . . 80 mA.

Fixarea poziției capetelor de ștergere se face de către fabrica producătoare a magnetofonului. Astfel, nu sînt prevăzute elemente de reglaj a poziției capului, iar poziția pistelor este stabilită de către fabricant.

- **Capul de înregistrare**

Magnetizarea benzii în funcție de semnalul de audiofrecvență se produce cu ajutorul capului de înregistrare, atunci cînd prin bobinajul capului trece curentul util. Forma miezului magnetic poate fi triunghiulară, poligonală, sau inelară, circuitul magnetic fiind întrerupt de către un mic intrefier. În dreptul intrefierului se află

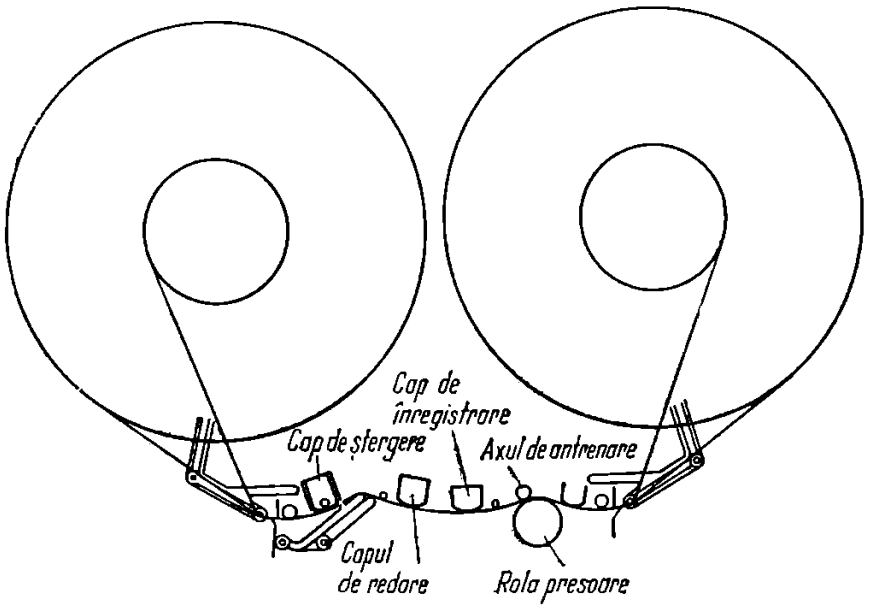


Figura 50 — Poziția capului de ștergere la magnetofonul cu role.

banda magnetică, astfel liniile de forță ale cîmpului magnetic vor traversa pelicula magnetică a acestuia. Intrefierul este umplut cu materiale nemagnetice (bronz, cupru, rășini). În timpul înregistrării, înfășurarea capului este alimentată la curentul de înaltă frecvență de premagnetizare și la curentul de audiofrecvență. În stratul magnetic al benzii în mișcare se produce o magnetizare, a cărei forță remanentă este proporțională cu variațiile curentului de audiofrecvență.

În timpul înregistrării se poate face premagnetizarea atît în curent continuu cît și în curent alternativ. Rolul premagnetizării capului de înregistrare este de a se obține o relație cît mai liniară între intensitatea cîmpului magnetic și curentul de audiofrecvență, în condițiile obținerii unui cîmp util cît mai intens. În magnetofoanele moderne se utilizează numai premagnetizarea în curent alternativ de înaltă frecvență, cu frecvența între 50 ... 120 KHz, dar sînt magnetofoane de calitate excepțională Hi-Fi unde frecvența curentului de premagnetizare este de 200 KHz.

Utilizîndu-se premagnetizarea de înaltă frecvență se obțin distorsiuni minime, însă ameliorarea atenuării dependente de frecvență a efectului intrefierului, se poate face numai prin concentrarea puternică a liniilor de cîmp, adică prin micșorarea lățimii intrefierului.

Datorită utilizării îndelungate apare uzura capului, care are ca urmare micșorarea secțiunii miezului, deci creșterea reluctanței magnetice și micșorarea fluxului. Dispersia liniilor de cîmp apare ca urmare a măririi lățimii intrefierului, odată cu apariția uzurii, efectul fiind scăderea nivelului semnalului la frecvențe înalte.

Inductanța capetelor moderne este aleasă între 5 ... 50 mH. Împreună cu capacitatea parazită a înfășurării se formează un circuit oscilant a cărui frecvență de rezonanță trebuie să se găsească peste frecvențele maxime din banda audio. În partea opusă intrefierului pentru semnalele utile, se practică în miez încă un intrefier mai lat, necesar evitării magnetizării remanente și a saturării acestuia.

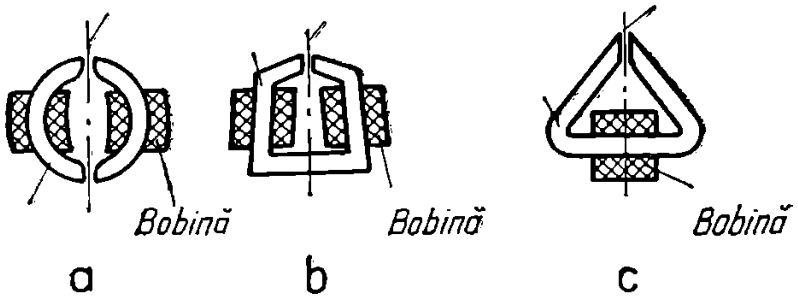


Figura 51 — Tipuri constructive uzuale ale capetelor de înregistrare:
a) forma inelară; b) forma dreptunghiulară;
c) forma triunghiulară.

Curentul, care circulă prin înfăşurările capului de înregistrare este compus din curentul de înaltă frecvenţă de premagnetizare şi din curentul de audiofrecvenţă. Pentru magnetizarea de 320 pWb/mm a unui cap de înregistrare dat, este necesar un curent de audiofrecvenţă de cca 4 ... 5 mA şi un curent de înaltă frecvenţă de 10 ... 15 mA. Dacă magnetizarea este de 250 pWb/mm, atunci curentul de audiofrecvenţă este 2 ... 3 mA, iar cel de înaltă frecvenţă 5 ... 10 mA.

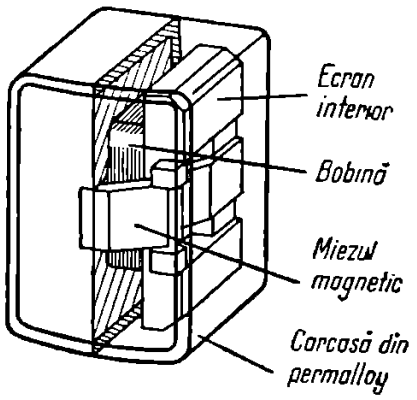


Figura 52 — Schiţa unui cap de înregistrare cu o pistă de întreagă lăţime.

Din cauza intensităţii relativ mari a curentului din înfăşurările capului de înregistrare, în raport cu cei ce pot fi induşi din influenţele cîmpurilor magnetice exterioare, aceştia nu sînt semnificativi. Însă pentru protejarea împotriva cîmpurilor perturbatoare a capetelor, care lucrează cu curenţi mai reduşi, acestea se introduc într-o carcasă din permalloy.

Prinderea capului de înregistrare se realizează cu ajutorul unei plăcuţe de susţinere cu resort şi şurub de reglaj. Cu acest sistem este posibilă reglarea poziţiei capului şi a unghiului de înclinare a intrefierului. Se recomandă ca reglarea poziţiei în plan orizontal şi în cel vertical să se efectueze cu instrumente corespunzătoare. Sistemul de prindere poate fi: cu plăcuţa de susţinere în partea superioară sau în partea inferioară a capului.

- **Capul de redare**

În timpul redării benzii înregistrate, magnetismul remanent va induce în bobinajul capului de redare, o tensiune de audiofrecvenţă. Aceasta se poate culege după bornele de ieşire şi poate fi aplicată unui amplificator. Cîmpul magnetic remanent de pe banda magnetică are intensitatea foarte mică, astfel materialele magnetice din care sînt realizate miezul magnetic al capetelor de redare trebuie să aibă permeabilitatea magnetică cît mai mare şi pierderile cît mai mici. Materialele magnetice prezentate mai sus sînt folosite în prezent şi la realizarea capului de redare.

În cazul capetelor de redare intrefierul posterior nu se mai realizează, deoarece acesta ar duce la scăderea sensibilităţii acestora.

Pentru reducerea efectului intrefierului la frecvențele înalte, lățimea acestuia este mai mică decît la capul de înregistrare. La capetele fabricate în prezent lățimea intrefierului este de 1 . . . 3 μm, dar sînt capete de casetofon de fabricație niponă cu intrefier de 0,5 μm.

Magnetizarea remanentă a benzii poate fi considerată ca o sursă de semnale magnetice, la care se conectează reluctanța magnetică a capului ca un consumator. Reluctanța capului este formată din două componente conectate în paralel: reluctanța miezului magnetic și reluctanța intrefierului. Reluctanța intrefierului se poate considera ca un șunt al reluctanței utile, a miezului magnetic. Din această cauză se caută micșorarea reluctanței miezului magnetic și a creșterii reluctanței intrefierului. Prin îngustarea secțiunii miezului în dreptul intrefierului se mărește reluctanța și astfel efectul de șuntare scade. Adîncimea intrefierului se realizează la 1 . . . 1,5 mm.

Odată cu timpul de utilizare, capul de redare va suferi o magnetizare permanentă, care duce la creșterea semnificativă a zgomotului de fond. La apariția magnetizării permanente contribuie și utilizarea în apropierea capului a unor scule magnetizate cu ocazia lucrărilor de întreținere.

Din principiu, capetele de redare au o sensibilitate ridicată, prin urmare sînt expuse influențelor cîmpurilor magnetice exterioare. Cel mai des se întîlnește situația cînd capul culege cîmpul de dispersie al motorului de antrenare, semnalul util fiind însoțit, de zgomot de fond. Pentru a se evita aceste influențe perturbatoare, capul de redare se ecranează în două blindaje din permalloy sau mumetal. Între cele două blindaje magnetice se interpune o folie din cupru, care constituie un bun ecran electric, eliminîndu-se astfel și influența cîmpurilor electrice.

Pentru înlăturarea magnetizării permanente a capului se utilizează dispozitive demagnetizoare realizate de fabrică (sau cu mijloace amatoricești).

Inductanța capului de redare este mai mare ca cea a capului de înregistrare. Capetele moderne destinate amplificatoarelor cu semiconductori au inductanța între 15 . . . 100 mH, de la tip la tip.

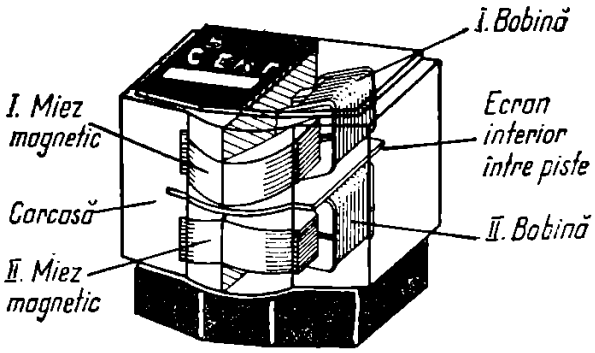


Figura 53 — Schița unui cap de redare cu două piste de jumătate lățime, stereo.

Sistemele de prindere și de reglare a poziției capului sînt similare cu cele ale capului de înregistrare.

• **Capul combinat**

În magnetofoanele de uz comun și cele Hi-Fi mai simple se utilizează capul combinat (împreună cu sistemul de amplificare combinat) care îndeplinește atît funcțiile capului de înregistrare, cît și ale celui de redare. Cerințele și condițiile calitative — pe care le îndeplinesc capetele de înregistrare și cele de redare — se referă și la capetele combinate, însă obținerea acestora se realizează cu prețul unui compromis.

Cu titlu informativ, menționăm că în trecut se fabricau capete combinate, care realizau pe lîngă funcțiile de înregistrare, redare și pe cea de ștergere. Acest tip era folosit în magnetofoane simple cu role. În prezent, această soluție se întîlnește la unele casetofoane Compact Cassette, eventual într-o variantă în care capul de redare se combină cu capul de ștergere. Această ultimă soluție nu poate fi însă confundată cu altele, așa cum vom arăta într-un capitol separat.

Capul combinat trebuie să îndeplinească pe de o parte cerințele impuse capului de întregistrare: inductanță mică, concentrarea cît mai îngustă a liniilor de cîmp ce ies din intrefier, minimizarea efectului de intrefier; iar pe de altă parte cerințele impuse capului de redare: lărgimea cît mai mică a intrefierului, sensibilitate cît mai mare și capacitatea de protecție cît mai bună față de cîmpurile magnetice și electrice parazitare.

Inductanța capetelor combinate moderne destinate amplificatoarelor cu semiconductori este 25 . . . 100 mH, depinzînd de marca și tipul acestora. Rezistența în curent continuu are valori cuprinse între 1 000 . . . 2 000 Ω. Frecvența curentului de premagnetizare depinde de tipul capului, cel mai des întîlnite sînt frecvențele cuprinse între 50 . . . 100 kHz. Intrefierul are lățimea între 2 . . . 3,5 μm.

Și capul combinat trebuie protejat față de cîmpurile magnetice și electrice de dispersie, care pot apare în magnetofon, astfel se pre-

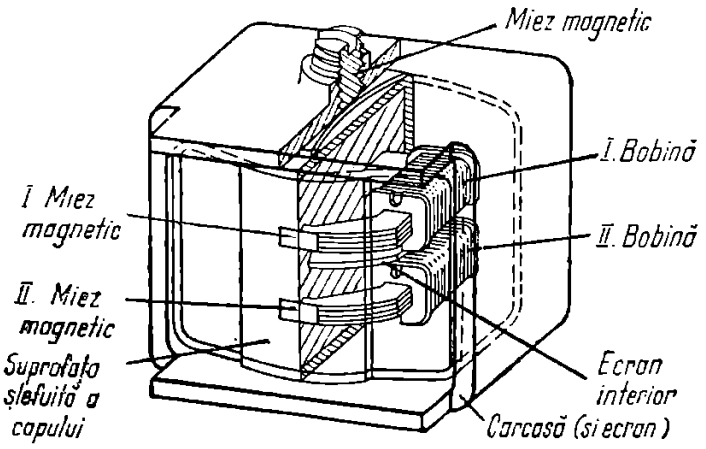


Figura 54 — Schița unui cap combinat cu două piste de un sfert de lățime.

vede montarea acestuia în două blindaje din permalloy. Pentru evitarea perturbațiilor ce pot fi culese din fața capului, în timpul înregistrării sau redării, automat se închide cu o placă ecran porțiunea respectivă.

• **Capete de magnetofon compuse**

În magnetofoanele moderne Hi-Fi sistem Compact Cassette, cele trei capete (ștergere, înregistrare, redare) sînt astfel realizate încît capul de înregistrare este montat împreună cu capul de redare în aceeași carcasă. Asemenea soluție presupune posibilitatea funcționării simultane a celor două capete (deci nu ca la capul combinat, unde acesta are funcțiunea ori de cap de înregistrare, ori de redare).

Capetele compuse sînt realizate numai pentru tehnica casetofoanelor, deoarece curentul de premagnetizare al capului de înregistrare este mic, astfel fluxul cîmpului magnetic de dispersie nu este mare și utilizînd un ecran corespunzător nu va influența capul de redare.

Asemenea capete, în aceeași carcasă, au realizarea constructivă adaptată la sistemul Compact Cassette. Cu asemenea capete se poate asculta simultan programul ce se înregistrează pe bandă (aplicînd semnalul cules de la ieșirile capului de redare la intrarea amplificatorului de ascultare).

Realizarea acestor capete este posibilă datorită tehnologiei de practicare a unor intrefieruri de lățime foarte mică (de exemplu la capetele Akai, 1 μm la capul de înregistrare și 0,8 μm la cel de redare). Astfel, capul de înregistrare are în dreptul intrefierului un flux magnetic atît de fascicularizat, încît nu influențează funcționarea capului de redare, care se află foarte aproape (și paralel) cu acesta.

Montarea și reglarea capetelor de magnetofon

Fixarea capetelor de magnetofon se realizează în două moduri. Unul dintre moduri este fixarea stabilă, celălalt constă în fixarea elastică reglabilă. Să analizăm fiecare mod de fixare și unde se utilizează.

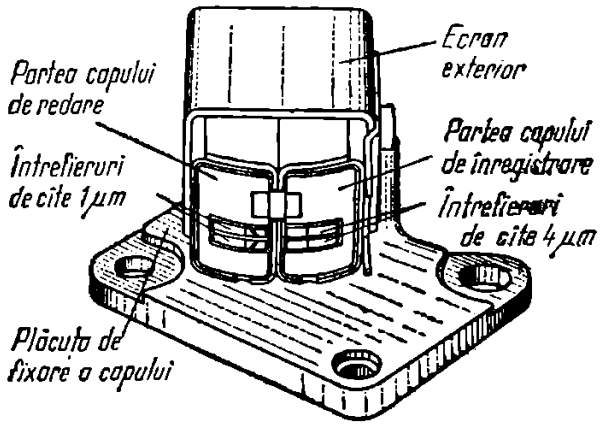


Figura 55 — Schița unui cap compus (înregistrare + redare) pentru magnetofon Hi-Fi sistem Compact Cassette.

Fixarea stabilă se practică în cazul capetelor de ştergere a magnetofoanelor cu role, cu casete şi a capetelor combinate respectiv de ştergere ale dictafoanelor.

Fixarea elastică reglabilă este utilizată la capetele de înregistrare, ştergere sau combinate din magnetofoanele cu role şi a celor cu casete.

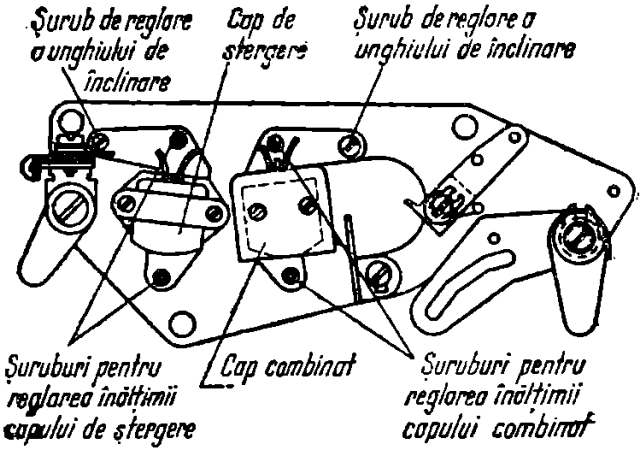


Figura 56 — Poziţia capetelor magnetice la magnetofonul cu role, cu sistem de fixare pe placă a părţii inferioare ale acestora.

Capetele magnetice se fixează pe o placă metalică special prevăzută, pe care se montează şi ghidajele benzii. La magnetofoanele cu role această placă este fixă, prinsă cu şuruburi de şasiu. La casetofoane placa este mobilă, adică poate culisa, pe o pistă cu ghidaje, înainte-înapoi.

Capetele de ştergere se fixează la înălţimea corespunzătoare cu un şurub sau cu două, pe placa de susţinere.

Capetele de înregistrare, redare sau combinate sînt fixate pe plăcuţe de formă triunghiulară sau dreptunghiulară. Aceste plăcuţe sînt susţinute de două, trei sau patru şuruburi.

De regulă, fixarea cu două şuruburi se practică la capetele din casetofoane. Aici, plăcuţa de susţinere este fixată într-o parte cu şurub pe o şaibă metalică, de grosime corespunzătoare, iar în cealaltă parte se aşează un resort elastic cu un şurub; astfel există posibilitatea reglajului unghiului de înclinare a intrefierului.

Fixarea cu trei şuruburi o întîlnim la magnetofoanele uzuale cu role şi la cele Hi-Fi. La fiecare şurub este prevăzut cîte un resort

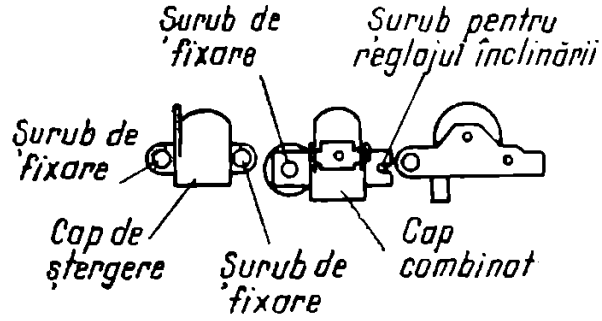


Figura 57 — Fixarea capetelor magnetice la magnetofonul cu casete.

elastic. Astfel, se poate efectua atît reglajul înălțimii intrefierului, cît și corectarea unghiului de înclinare al acestuia.

La sistemul de fixare, care are patru șuruburi, cu două șuruburi se stabilește înălțimea intrefierului (sub aceste șuruburi nu există arcuri spirale), iar cu două șuruburi se reglează unghiul de înclinare al intrefierului.

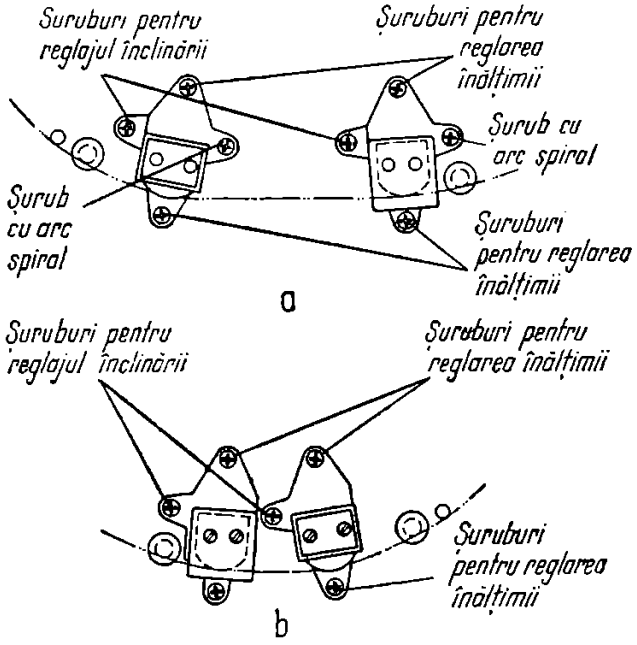


Figura 58 — Modul de fixare cu trei și cu patru șuruburi.

Modurile de fixare prezentate pînă acum s-au referit la sistemul de prindere cu placa capetelor montată în partea inferioară a acestora. De regulă, în magnetofoanele profesionale, de studio, și de înaltă performanță Hi-Fi, se practică sistemul de prindere cu placa capetelor montată în partea superioară a acestora. În scopul măririi preciziei reglajului, în placa de susținere a capetelor se practică găuri filetate, nu se mai montează arcuri spirale, reglajele făcîndu-se prin pasul filetului.

După montarea (sau schimbarea) capetelor de magnetofon, este necesară reglarea poziției acestora, excepție făcînd capul de șter-

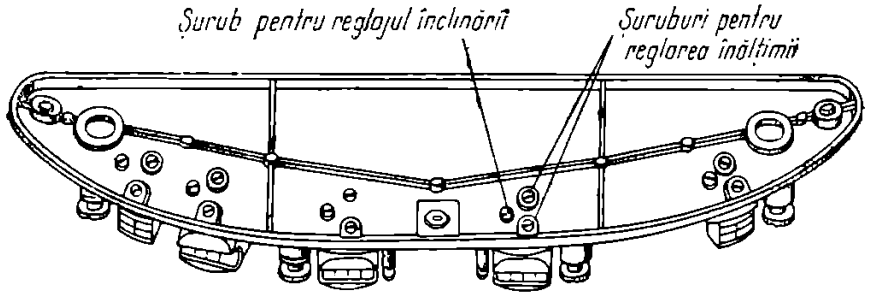
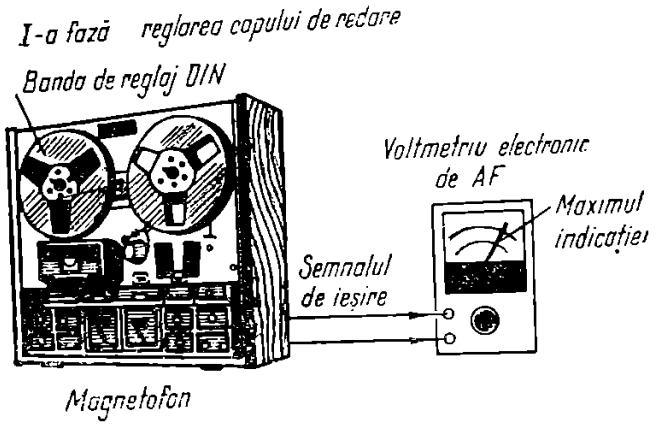


Figura 59 — Sistemul cu fixare pe placă a părții superioare a capetelor la magnetofoanele cu role de studio și Hi-Fi.



II-a fază : reglarea capului de înregistrare

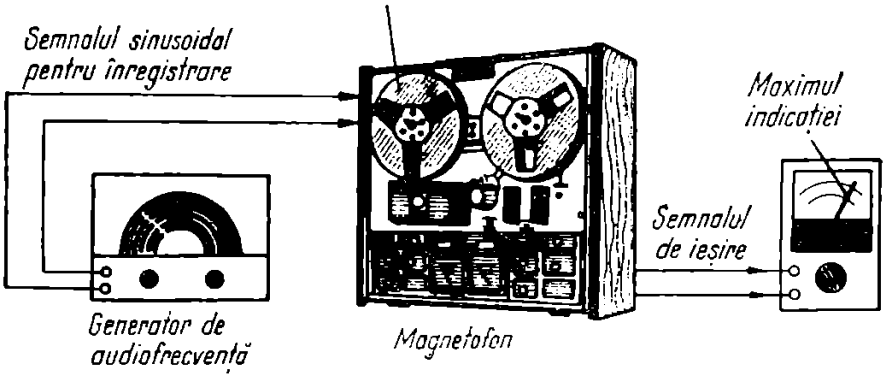


Figura 60 — Schema conectării instrumentelor pentru reglajele poziției optime a capului de înregistrare și de redare.

gere, la care este suficientă fixarea pe poziția anume prevăzută pentru aceasta. După schimbarea capului de înregistrare, de redare sau combinat, în orice caz, se efectuează reglaje ale poziției cu ajutorul instrumentelor de măsură.

Reglarea poziției capului de înregistrare și de redare. În primul rînd se efectuează reglarea înălțimii și unghiului de înclinare al intrefierului capului de redare. Înălțimea capului de redare se stabi-

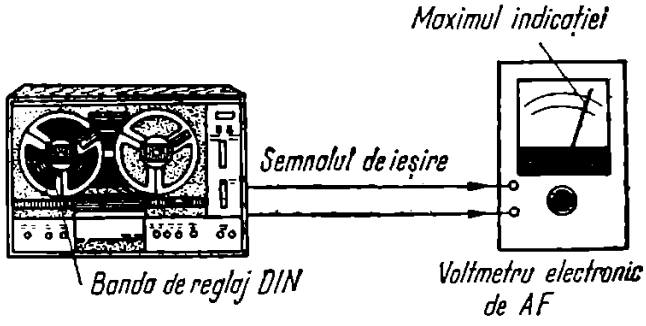


Figura 61 — Schema conectării instrumentelor pentru reglarea înclinării capului combinat.

leşte astfel încît acesta să depăşească marginea superioară a benzii cu 0,2 mm la capul de o pistă de jumătate de lăţime, şi cu 0,1 mm la capul de patru pistă de un sfert de lăţime. După stabilirea înălţimii capului, se trece la redarea benzii de măsură (Bezugsband) DIN, corespunzătoare vitezei de deplasare a benzii, şi se urmăreşte nivelul semnalului obţinut. Verificarea nivelului semnalului se face cu voltmetrul electronic, conectat la ieşirea de semnal a magnetofonului.

Stabilirea poziţiei corecte a unghiului de înclinare al intrefierului se face prin reglarea şuruburilor de reglaj, astfel încît atît la 1 kHz cît şi la 10 KHz nivelul semnalului de ieşire să fie maxim maximorum.

După efectuarea reglajului poziţiei capului de redare, cu ajutorul benzii de reglaj DIN, urmează reglarea capului de înregistrare. Înălţimea capului de înregistrare se efectuează similar cu cea a capului de redare, prezentată anterior. Reglarea unghiului de înclinare al intrefierului se face de asemenea prin urmărirea cu voltmetrul electronic, a valorii semnalului de ieşire. Dintr-un generator de semnale de audiofrecvenţă se aplică la intrarea magnetofonului un semnal de 1 kHz şi se comută aparatul pe poziţia de întregistrare. Capul de redare fiind deja reglat, se va regla poziţia capului de înregistrare din şuruburile de reglaj a unghiului de înclinare, astfel ca semnalul de ieşire să fie maxim. Această operaţiune se repetă şi pentru frecvenţele de 5 kHz şi 10 kHz. Dacă poziţia capului este aceeaşi pentru cele trei frecvenţe, atunci reglajul unghiului de înclinare este optim. După efectuarea reglajelor se vor vopsi cu nitrolac capetele şuruburilor de susţinere şi reglaj; prin uscarea acestuia se evită posibilitatea deşurubării accidentale.

Fixarea capetelor combinate se face asemănător cu a celor de redare. În prima etapă se reglează înălţimea capului, după care cu ajutorul benzii de măsură DIN, se reglează unghiul de înclinare al intrefierului. Nivelul maxim al semnalului de ieşire este indicat de către un voltmetru electronic. Odată reglat capul pe poziţia de redare, reglajul pe modul de înregistrare nu mai este necesar.

Capul combinat al magnetofoanelor cu casete se reglează în timpul redării casetei de măsură DIN. La aceste capete înălţimea este stabilită de şaiba (sau proeminenţa) de sub o margine a acestora, se reglează doar unghiul de înclinare a intrefierului.

1.2. AMPLIFICATOARE DE AUDIOFRECVENŢĂ

Spre deosebire de semnalele acustice, care sînt percepute direct de către auditoriu, semnalele electrice de audiofrecvenţă nu pot fi sesizate de către ureche.

Pentru a produce efectul sonor ele se aplică traductorului electro-acustic, adică difuzorului. De regulă, nivelul semnalelor electrice de audiofrecvență este insuficient pentru atacarea difuzorului. Apare astfel, necesitatea amplificării acestor semnale. Odată cu amplificarea se poate face și prelucrarea semnalelor (reglaje de volum, corecții de ton etc.).

Amplificatoarele utilizate în domeniul frecvențelor audio se pot clasifica după diferite criterii, cum ar fi:

1. După destinație
2. După felul dispozitivelor de amplificare utilizate
3. După clasa de amplificare

1. După *destinație* se disting următoarele categorii:
   a) Preamplificatoare de microfon
   b) Preamplificatoare de picup
   c) Preamplificatoare de magnetofon
   d) Amplificatoare de tensiune
   e) Corectoare de ton
   f) Amplificatoare finale (de putere)

2. După *felul dispozitivelor amplificatoare* avem amplificatoare cu tuburi electronice, cu tranzistoare și cu circuite integrate.

3. După *clasa de amplificare*, criteriu ce se aplică de regulă amplificatoarelor de putere, distingem:
   a) Amplificatoare în clasă A
   b) Amplificatoare în clasă B
   c) Amplificatoare în clasă AB
   d) Amplificatoare în clasă C

De regulă, în audiofrecvență nu se face o clasificare după modul de conectare a elementului activ (montaj cu emiterul comun, etaj complementar, etc.).

1.2.1. CARACTERISTICI CALITATIVE GENERALE

Pentru a putea caracteriza din punct de vedere calitativ diferitele tipuri de amplificatoare, este necesar a cunoaște caracteristicile tehnice ale acestora. Cele mai importante caracteristici sînt:

— lărgimea de bandă transmisă, raportul semnal/zgomot, distorsiunile neliniare, distorsiunile de intermodulație, nivelul de zgomot, atenuarea de diafonie, puterea utilă de ieșire, putere utilă-bandă de frecvență, timpul de propagare a fazei, adaptarea cu sarcina (difuzorul), sensibilitatea.

Evident aceste caracteristici calitative nu se referă chiar la orice tip de amplificator, de exemplu — putere utilă-bandă de frecvență și adaptarea cu sarcina — se referă numai la amplificatoarele finale (de putere).

Lărgimea de bandă transmisă

În literatura de specialitate, deseori, se precizează că banda transmisă de amplificatoare este suficientă dacă este egală cu domeniul de frecvențe audio.

Odinioară, această bandă era de 20 . . . 16 000 Hz, după anii 70 în urma cercetărilor, s-a constatat că la persoane sub 35 ani, domeniul de audibilitate este 20 . . . 20 000 Hz. În baza acestor considerente, lărgimea benzii de frecvențe, încă și în prezent, se definește preferențial, dar în domeniul frecvențelor amintite.

Abaterile caracteristicii de amplificare ale amplificatorului reprezintă una dintre tipurile distorsiunilor liniare.

Dacă presupunem că amplificatorul transmite o bandă de frecvență 20 . . . 20 000 Hz cu o abatere de ± 3 dB, față de o caracteristică liniară (0 dB), aceasta are distorsiuni liniare considerabile.

Dacă dorim ca amplificatorul să transmită întreg domeniul de frecvențe audio cît mai liniar, atunci este necesară o bandă de frecvențe mai mare, astfel ca abaterile din interiorul benzii dorite să fie mai mici.

Astfel, pentru transmiterea liniară a domeniului audibil 20 . . . 20 000 Hz, este necesară o bandă a amplificatorului de 10 . . . 30 000 Hz, la capetele acestei benzi avînd o abatere de ± 3 dB.

De regulă, lărgimea benzii de frecvențe transmisă este delimitată de frecvențele limită în Hz (joasă și înaltă), unde amplificarea scade cu 3 dB, iar abaterea caracteristicii în această bandă se exprimă în $\pm$dB.

Raportul semnal-zgomot

Referitor la amplificatoare se poate defini în două feluri:

a) Considerînd puterea utilă (sinusoidală) maximă. În acest caz raportul semnal-zgomot se exprimă prin raportul dintre tensiunea corespunzătoare puterii utile maxime și tensiunea de zgomot, ce o produce amplificatorul în această condiție (de funcționare), dat în dB.

b) Raportul dintre tensiunea (utilă) corespunzătoare unei puterii de ieșire impuse — de vreo normă — și tensiunea de zgomot produsă de amplificator, dat în dB.

Distorsiunile neliniare

Stabilesc caracteristicile de neliniaritate ale amplificatorului. Numite în engleză Total Harmonic Distorsion (THD) ne arată că, deși la intrarea în amplificator am aplicat un semnal pur sinusoidal, acesta trecînd prin etajele amplificatorului va fi deformat, adică se vor produce armonice (semnale nedorite), care la intrare nu existau.

Raportul dintre valoarea semnalului util (fundamentala) și valoarea medie a tuturor armonicilor în procente (%), determină factorul de distorsiuni neliniare.

Distorsiunile de intermodulație

În circuitele amplificatorului în afara distorsiunilor neliniare mai apare și un proces de modulație de amplitudine. Astfel, dacă la intrare se aplică două semnale sinusoidale, unul de frecvență mare și amplitudine mică și celălalt de frecvența mai mică, dar de amplitudine mai mare, acesta va modula în amplitudine semnalul de nivel mai mic. Astfel, la ieșirea din amplificator apar semnalele originare (aplicate) și semnale perturbatoare produse de modulație.

Raportul dintre amplitudinea semnalelor este de regulă stabilit (exemplu: norma DIN prevede un raport 4 : 1).

Semnalele sumă și diferență (produsele de modulație), reprezentînd perturbații, exprimate în procent (%) reprezintă distorsiunile de intermodulație.

Apariția distorsiunilor de intermodulație este datorită caracteristicilor neliniare ale unor circuite din amplificator.

Nivelul de zgomot

În lanțul de transmisie, semnalul util de audiofrecvență este însoțit de un semnal perturbator, care are în principal două surse: pe de o parte zgomotul termic al circuitelor și dispozitivelor, pe de altă parte perturbații de inducții de la diferite instalații. Calitativ, amplificatorul introduce componente de zgomot termic.

Nivelul de zgomot este valoarea absolută a tensiunii de ieșire de zgomot, exprimată în dB, la valoarea maximă a amplificării, cînd la intrare nu se aplică nici un semnal.

Atenuarea de diafonie

Reprezintă o caracteristică calitativă a amplificatoarelor stereo și a amplificatoarelor cu mai multe canale (de mixaj). De regulă, se referă la întreg lanțul de amplificare.

Atenuarea de diafonie reprezintă raportul dintre tensiunea indusă, aflată la ieșirea canalului perturbat, (la intrarea căruia nu s-a aplicat semnal) și tensiunea la ieșirea canalului perturbator, exprimat în dB.

Cu cît atenuarea de diafonie este mai mare, cu atît influența reciprocă dintre canalele examinate este mai mică.

Puterea utilă de ieșire

Este o caracteristică a amplificatoarelor de putere (finale) și reprezintă puterea efectivă (sinusoidală), pe care o poate debita la o frecvență — sau în banda de frecvențe dată — pe sarcina de ieșire, la un factor de distorsiuni neliniare dat și într-un interval de timp de funcționare acceptabil, atunci cînd la intrare se aplică semnalul sinusoidal nominal de intrare.

La amplificatoarele de putere se mai precizează, uneori, și puterea de ieșire muzicală. Aceasta reprezintă puterea pe impedanța de sarcină prescrisă, fără a se depăși factorul de distorsiuni admisibil, atunci cînd la intrare se aplică un semnal muzical.

Caracteristica putere utilă-banda de frecvență

O caracteristică a etajului de putere este aceea de-a debita, în condițiile unui factor de distorsiuni admisibil, puterea utilă nominală în toată banda de frecvențe, cu o scădere de cel mult 3 dB, la capetele benzii.

Timpul de propagare a fazei — distorsiuni de fază

La amplificatoarele de audiofrecvență timpul de propagare al fazei este o caracteristică, în general neesențială.

În amplificatoarele Hi—Fi, însă, păstrarea constantă a timpului de propagare a fazei este o caracteristică impusă. Păstrarea unei anumite reciprocități între defazajele diferitelor componente, în special, în cazul semnalelor cu caracter tranzitoriu, în timpul propagării prin amplificator, este o cerință deosebit de importantă. Dacă între componentele — armonicile — unui semnal complex (program) muzical, apar diferențe de fază, față de poziția reciprocă a fazelor inițiale, „puritatea" imaginii sonore va dispare.

Măsura transmiterii fidele a fazelor, respectiv a diferenței de fază de la intrare la ieșire, se exprimă în grade (°).

Deoarece nu există amplificator cu defazarea liniară (în raport cu frecvența), la amplificatoarele Hi-Fi, de fabricație actuală, se impune ca în banda de frecvențe transmisă, defazajul corespunzător fiecărei frecvențe să fie același (de expl. 90° între 10 ... 18 000 Hz).

Adaptarea cu sarcina

La amplificatoarele de audiofrecvență finale (de putere), impedanța de sarcină este aceea la care se obține puterea efectivă, sinusoidală, maximă nedepășindu-se coeficientul de distorsiuni admisibil.

Sensibilitatea

În funcție de tipul amplificatorului de tensiune sau de putere, sensibilitatea se definește în două moduri.

a) Referitor la amplificatoarele de tensiune: sensibilitatea reprezintă nivelul minim al semnalului de la intrare, care determină la ieșirea din amplificator, nivelul de tensiune nominal.

b) Referitor la amplificatoarele de putere: sensibilitatea reprezintă nivelul minim al semnalului la intrare, care determină pe impedanța de sarcină stabilită puterea utilă — sinusoidală — nominală.

Valoarea nominală a sensibilității se exprimă în mV, iar a impedanței de sarcină în Ω sau KΩ. În unele cazuri particulare, sensibilitatea se exprimă „de la — „pînă la" (mV).

Valoarea minimă reprezintă tensiunea minimă aplicată la intrare, cu care se poate obține la ieșire, jumătate din puterea utilă nominală.

Valoarea maximă reprezintă tensiunea de intrare, care determină la ieşire puterea utilă nominală, fără a se depăşi coeficientul de distorsiuni stabilit.

1.2.2. PREAMPLIFICATOARE DE MICROFON

Semnalele de nivel scăzut, provenite de la diferite surse electroacustice, sînt amplificate la nivelul dorit, cu ajutorul amplificatoarelor de tensiune. Cel mai simplu amplificator de acest fel este preamplificatorul de microfon.

Microfoanele utilizate în prezent produc o tensiune de audiofrecvenţă foarte mică. Pentru a mări această tensiune foarte mică, sînt necesare amplificatoare cu sensibilitate foarte mare.

Este cunoscut faptul că zgomotul unui lanţ de amplificare este practic determinat de zgomotul celui mai sensibil etaj. Adică de către primul etaj — etajul preamplificator.

Cu cît este mai mare sensibilitatea etajului de intrare, cu atît pericolul creşterii nivelului de zgomot este mai mare.

În practica actuală pe lîngă amplificatoarele echipate cu modernele dispozitive semiconductoare, se mai găsesc, ca moştenire, şi amplificatoare cu tuburi electronice. Deşi extinderea vertiginoasă a tranzistoarelor şi a circuitelor integrate (C.I.) în schemele amplificatoarelor, a determinat o restrîngere a ariei de utilizare a tuburilor electronice, utilizarea acestora nu a încetat. În ultimii ani, cu ocazia cercetărilor în domeniul amplificatoarelor Hi-Fi, cercetătorii au abordat răspunsul la întrebarea: dacă tehnica amplificatoarelor audio cu tuburi a apus?

În urma unor serii de măsurători obiective şi constatări subiective, s-a demonstrat că din punct de vedere al anumitor tipuri de distorsiuni, tuburile electronice sînt mai avantajoase. Cu toate acestea, se extinde utilizarea semiconductorilor, fiind mai ieftini şi avînd un consum mai redus.

Preamplificatoarele de microfon se pot clasifica după felul dispozitivelor electronice utilizate şi după impedanţa de intrare.

În toate cazurile impedanţa de intrare a preamplificatorului este impusă de impedanţa microfonului.

Cerinţele calitative cele mai importante sînt: banda largă de frecvenţe, distorsiuni neliniare şi de intermodulaţie mici, nivel de zgomot minim şi dinamică mare a tensiunilor de intrare, fără distorsionarea semnalelor.

Preamplificatoarele de microfon cu impedanţa de intrare 0,1 ... 1 MΩ, sînt de impedanţă mare. Acestea se utilizează în primul rînd la microfoanele cu condensator. La acest tip de preampli-

ficator impedanța de ieșire este de regulă relativ mică (200 . . . 2 kΩ). Se obține, astfel, o adaptare mai bună cu etajul următor.

Preamplificatoarele de mică impedanță la intrare au 200 Ω . . . 1 KΩ, valoare ce poate fi găsită și la impedanța de ieșire a acestora.

Înainte de tratarea mai detailată a preamplificatoarelor de microfon, este important a le clasifica după următoarele considerente: ca unități independente sau ca părți componente a unor amplificatoare mai complexe.

În cazul preamplificatoarelor de sine stătătoare, de regulă impedanța de ieșire este de 200 Ω.

La preamplificatoarele încorporate ca etaje în amplificatoare, impedanța de ieșire se dimensionează ținîndu-se seama de adaptarea cu etajul următor.

Preamplificatoarele moderne au o bandă de 20 . . . 20 000 Hz cu o abatere sub ±1 dB. Amplificarea celor de calitate medie este în jurul 35 . . . 65 dB, iar a celor mai bune de 50 . . . 70 dB. Valoarea tensiunii de ieșire este în jurul a 100 . . . 1 500 mV.

În aparatura amatoricească, în majoritatea cazurilor, impedanțele de intrare și de ieșire sînt asimetrice.

• **Preamplificatoare cu tuburi electronice**

În preamplificatoarele de microfon se preferă triodele de zgomot mic și microfonie mecanică redusă sau pentode cu amplificare mare, conectate ca triode. Asemenea tipuri sînt EC92, ECC80, ECC83, EF86 și altele.

În practică, preamplificatoarele de microfon cu tuburi sînt cu unul sau mai multe etaje de amplificare.

În această carte, se tratează dintre tipurile actuale de preamplificatoare cu tuburi electronice, cele destinate microfoanelor dinamice și a celor cu bandă. Odinioară, se fabricau preamplificatoare cu tuburi și pentru microfoane condensator, domeniu în care semiconductoarele în prezent au exclus tuburile electronice. În cazul microfoanelor cu electret, de la început, s-au utilizat numai preamplificatoare cu dispozitive semiconductoare.

Impedanța mică a microfonului dinamic se adaptează la impedanța ridicată de intrare a tubului electronic, în majoritatea cazurilor cu ajutorul transformatorului. În acest caz, caracteristicile de frecvență (banda) preamplificatorului sînt influențate de către transformatorul de intrare. Dacă raportul de transformare este prea mare, în secundar poate să apară un circuit rezonant, care limitează, respectiv strică, caracteristica de frecvență. În practică, pentru microfoane dinamice de 50 Ω raportul de transformare este de 1 : 20; la cele cu impedanța de ieșire de 200 Ω raportul de transformare este de 1 : 10.

Dacă în primul etaj utilizăm pentoda (ex. EF86) se obține o amplificare de 150 . . . 170 ori. În etajul următor, este recomandabil a

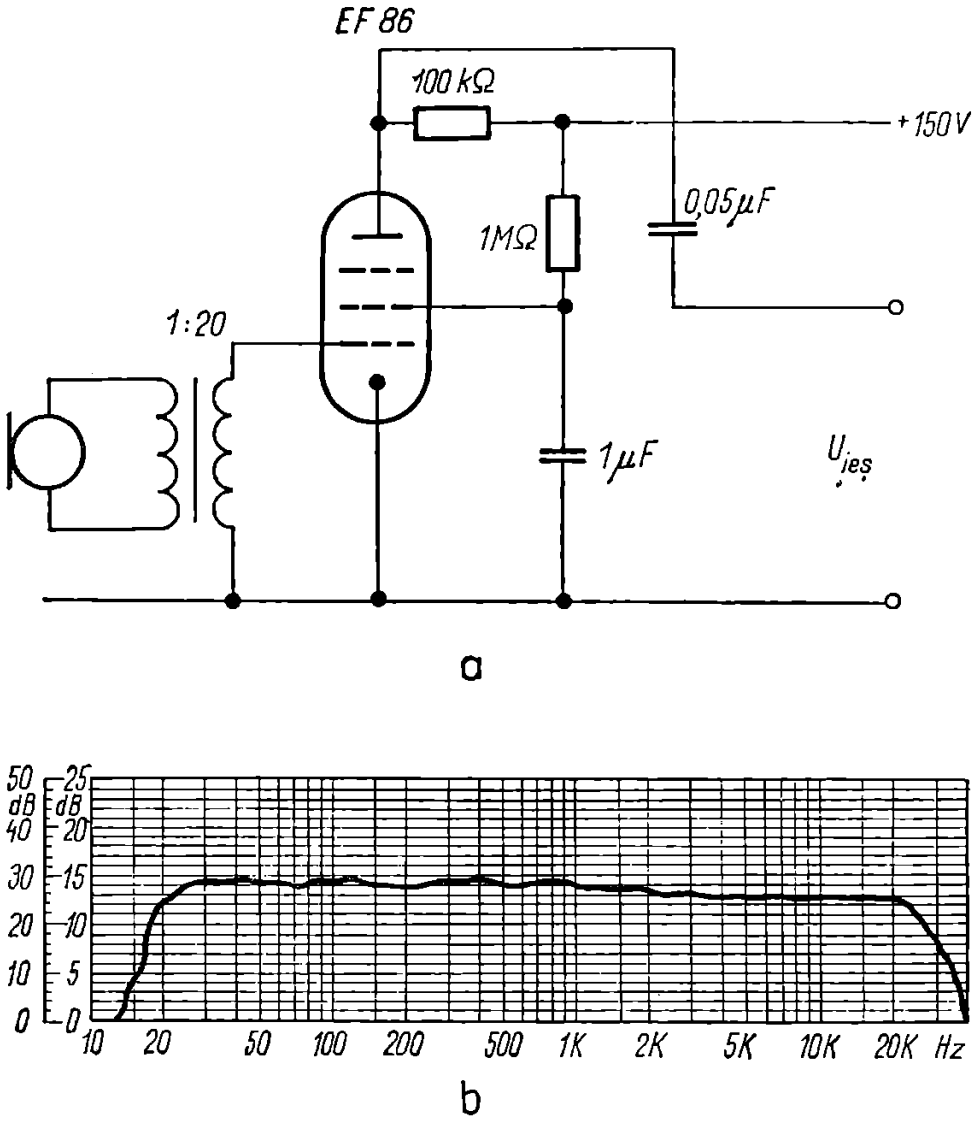
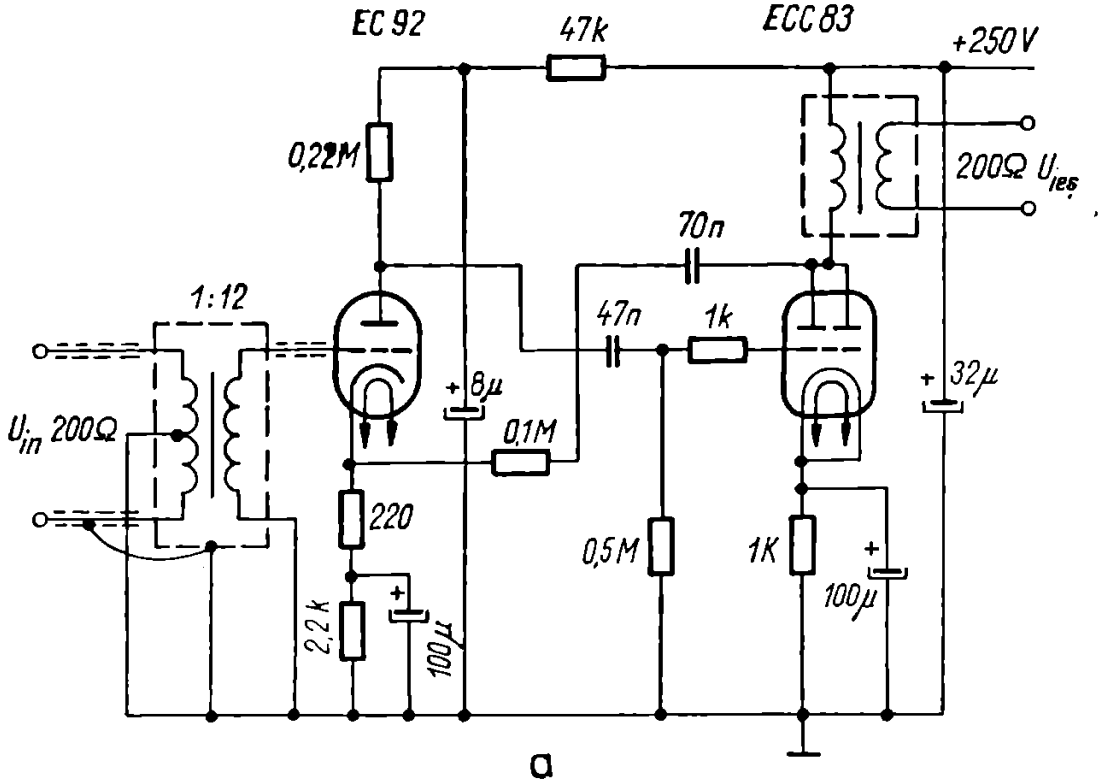


Figura 62 — a) Schema de principiu a unui etaj preamplificator de microfon cu tub electronic și transformator de intrare. b) Caracteristica de frecvență.

se folosi o triodă, care nu are rol de amplificator de tensiune, dar realizează adaptarea la impedanțe de ieșire mici.

Dacă utilizăm un transformator de intrare corespunzător, se poate obține un raport semnal-zgomot de 60 . . . 75 dB.

Dacă transformatorul este incorporat în carcasa (tocul) microfonului, atunci între acesta și preamplificator se poate utiliza un cablu ecranat de cca 10 . . . 25 m lungime. În acest caz, la intrarea în preamplificator nu mai este necesar transformatorul. Dacă transformatorul nu este încorporat în carcasa microfonului, cablul ecranat de legătură la transformatorul de intrare trebuie să fie mai scurt, de cca 1,5 . . . 3 m.



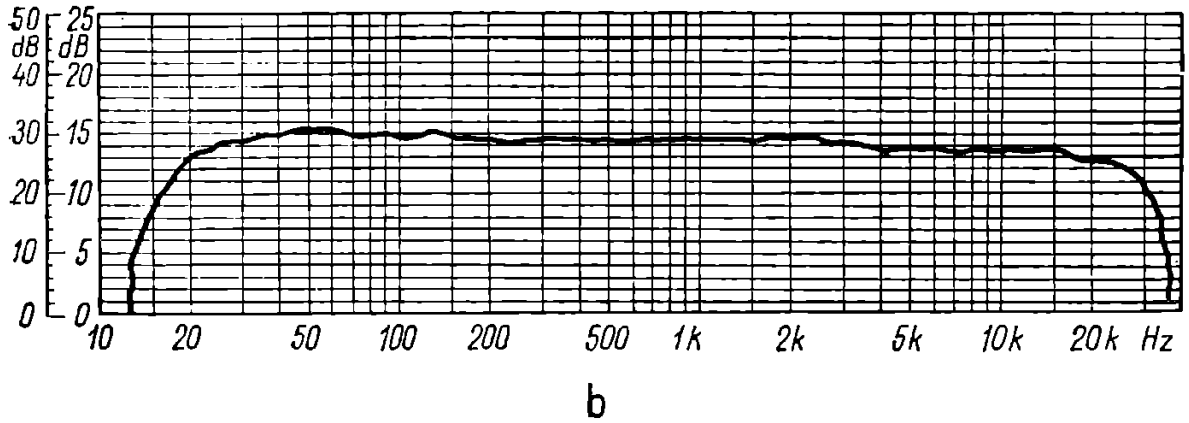


Figura 63 — *a*) Schema de principiu a preamplificatorului cu două etaje cu tuburi electronice și transformator de intrare, pentru microfon dinamic; *b*) Caracteristica de frecvență între 20 ... 20 000 Hz ± 1 dB, raport semnal/zgomot = 65 dB, distorsiuni neliniare 0,2%.

În scopul reducerii distorsiunilor și a zgomotului, este recomandabil ca tensiunea anodică să fie foarte bine filtrată și să nu depășească 120 ... 150 V.

În preamplificatoarele cu tuburi electronice moderne, se obține o bandă de frecvențe de 20 ... 18 000 Hz cu o abatere de ± 1 dB. De asemenea, coeficientul de distorsiuni neliniare este mai mic de 0,5%.

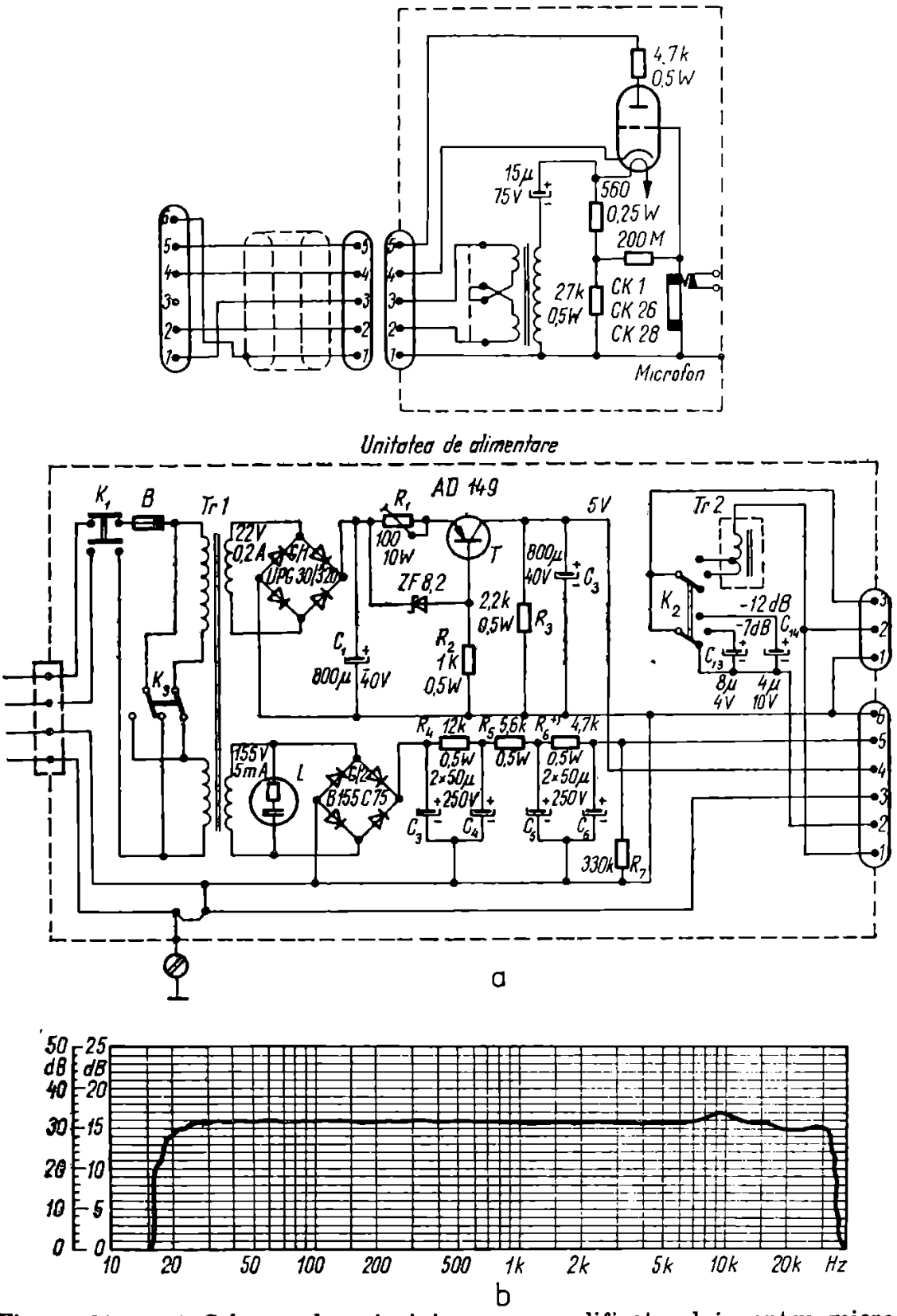
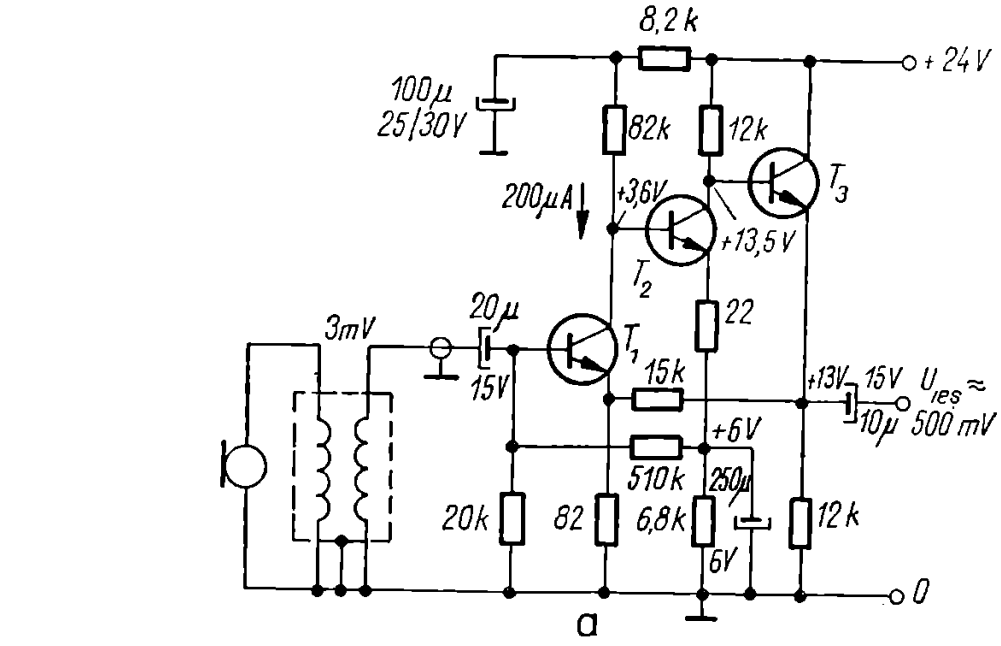


Figura 64 — a) Schema de principiu a preamplificatorului pentru microfon condensator, cu tuburi electronice și unitatea de alimentare (AKG); b) Caracteristica de frecvență.

- **Preamplificatoare tranzistorizate**

În general, în preamplificatoarele de microfon tranzistorizate, punctul static de funcționare este stabilit la valori mici ale curenților și tensiunilor. În urmă cu 10 . . . 15 ani se utilizau numai tranzistoare cu germaniu, azi în exclusivitate, se folosesc numai tranzistoare cu siliciu. De regulă, se utilizează tranzistoare de zgomot mic, din seria BC, respectiv cu indicativele A, B sau C.

Uneori impedanța microfonului, sau lungimea cablului ecranat, impune utilizarea transformatorului de microfon și în schemele de preamplificatoare cu tranzistoare. Raportul de transformare este de 1 : 3 pînă la 1 : 5 și în cazul montajelor cu reacție negativă pentru mărirea impedanței de intrare.



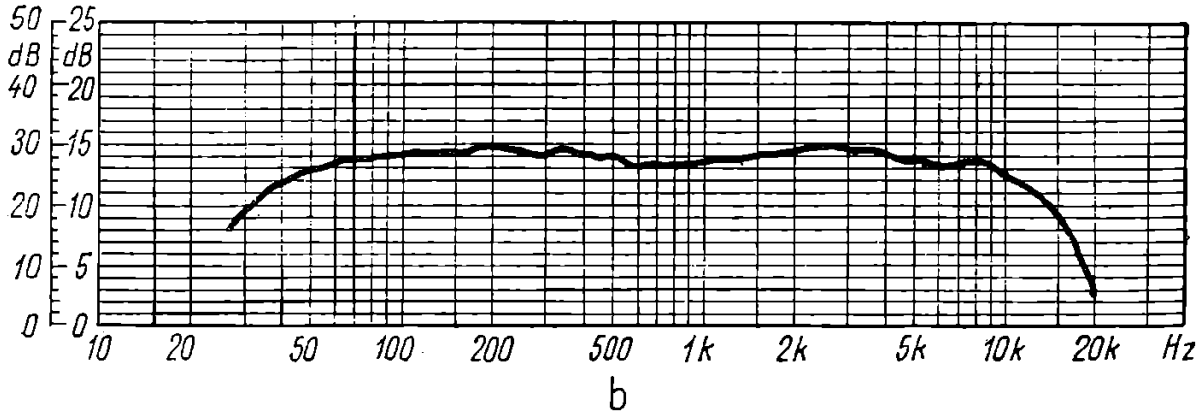


Figura 65 — *a*) Schema de principiu a preamplificatorului pentru microfon dinamic, cu trei tranzistoare; *b*) Caracteristica de frecvență.

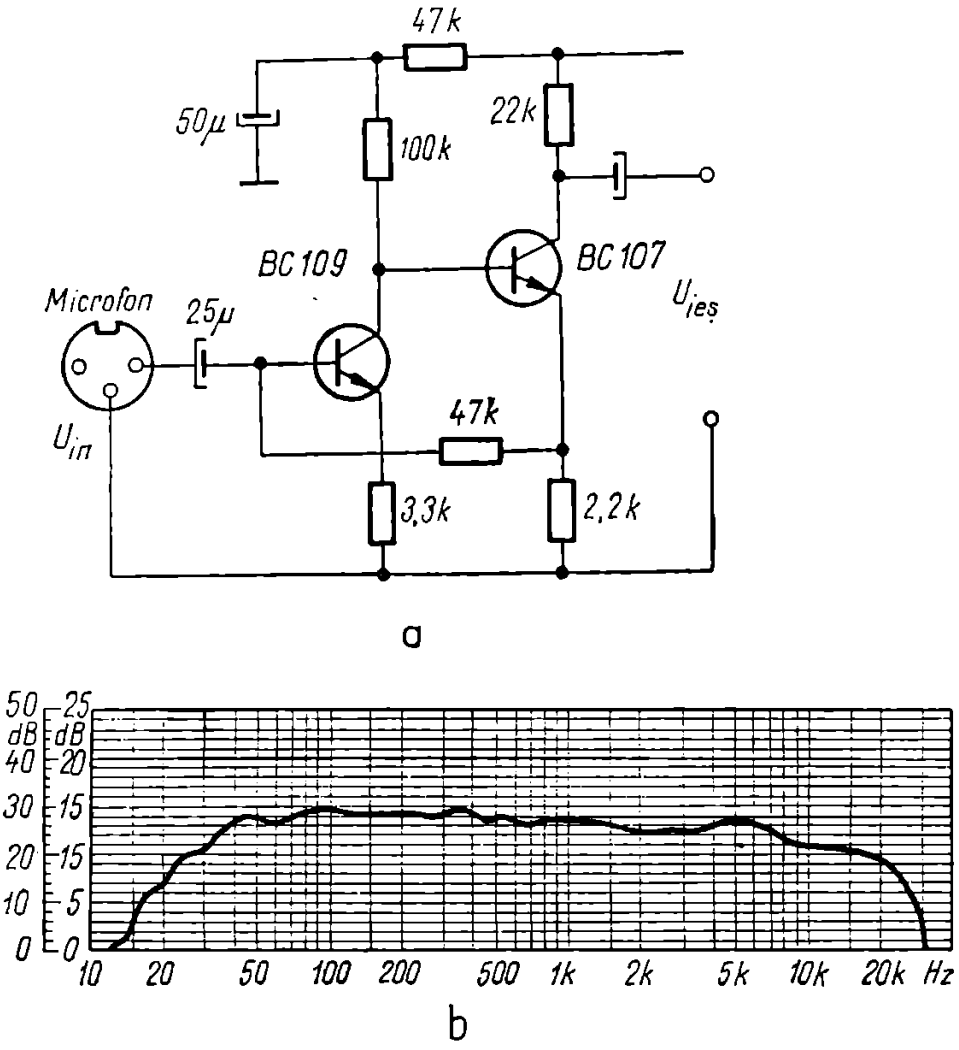


Figura 66 — *a*) Schema de principiu a preamplificatorului pentru microfon cu impedanță mică de ieșire, cu două etaje tranzistorizate; *b*) Caracteristica de frecvență.

Utilizînd în montaje, tranzistoare cu zgomot redus se pot obține amplificatoare de bună calitate și fără utilizarea transformatoarelor de intrare.

Mai mult, în acest caz, se elimină influența nefavorabilă a transformatorului asupra caracteristicii de frecvență. Pentru reducerea zgomotului, în etajul preamplificator se utilizează reacția negativă și se stabilește un punct de funcționare al tranzistorului, în care curentul de colector este de 100 . . . 150 μA.

Reglajul amplificării efective se poate face cu elemente special prevăzute sau prin modificarea factorului de reacție negativă. În cazul unei reacții negative mai mari (mai profunde), banda de frecvențe crește iar distorsiunile neliniare se micșorează, invers, dacă reacția negativă scade, banda de frecvențe se îngustează și distorsiunile neliniare cresc.

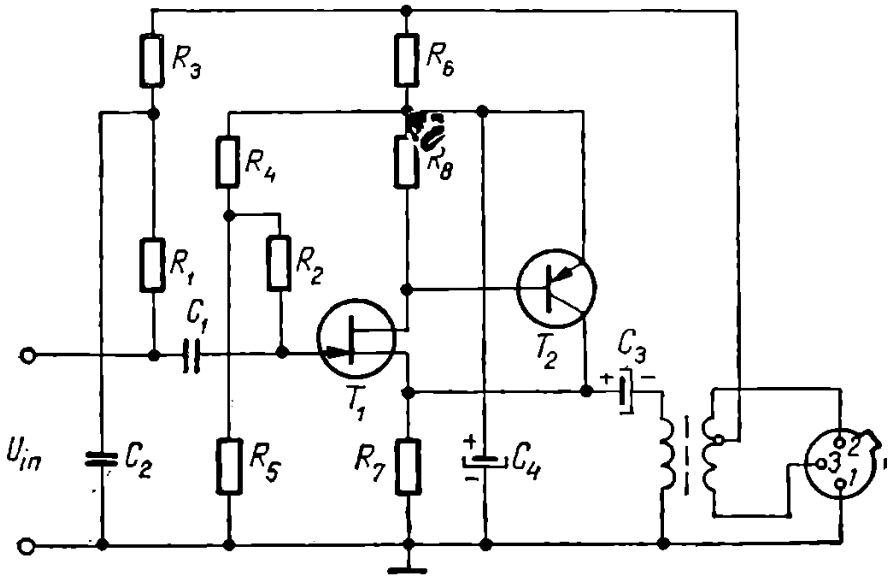


Figura 67 — Schema de principiu a preamplificatorului pentru microfon condensator, cu două etaje. Etajul de intrare este prevăzut cu FET.

Reacția negativă puternică și deci distorsiunile mici implică utilizarea a cel puțin două tranzistoare în bucla de reacție.

La stabilirea schemei preamplificatorului de microfon trebuie să ținem seama și de tipul microfonului. Pentru microfoanele dinamice și cu bandă, des răspîndite, se utilizează amplificatoare cu trei etaje. Fără utilizarea transformatorului de intrare, impedanța de intrare este de 200 . . . 50 kΩ, iar sensibilitatea este de 1 . . .

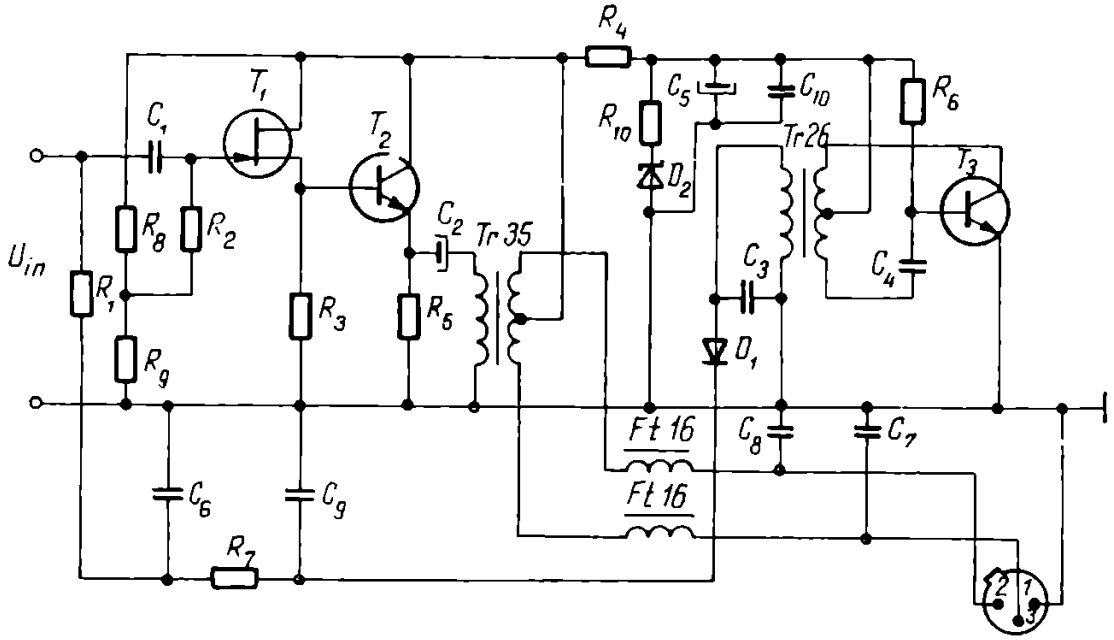


Figura 68 — Schema de principiu a preamplificatorului pentru microfon condensatar, cu trei etaje.

25 mV, fiind posibilă o mărire a semnalului de intrare (supraexcitație) de cca 2 ori. Banda de frecvențe, la o reacție negativă corespunzătoare, este de 20 ... 20 000 Hz cu o abatere de ±1 dB, dar destul de des se pot întîlni preamplificatoare cu banda de 10 ... 50 000 Hz cu o abatere mai mică de ±2 dB.

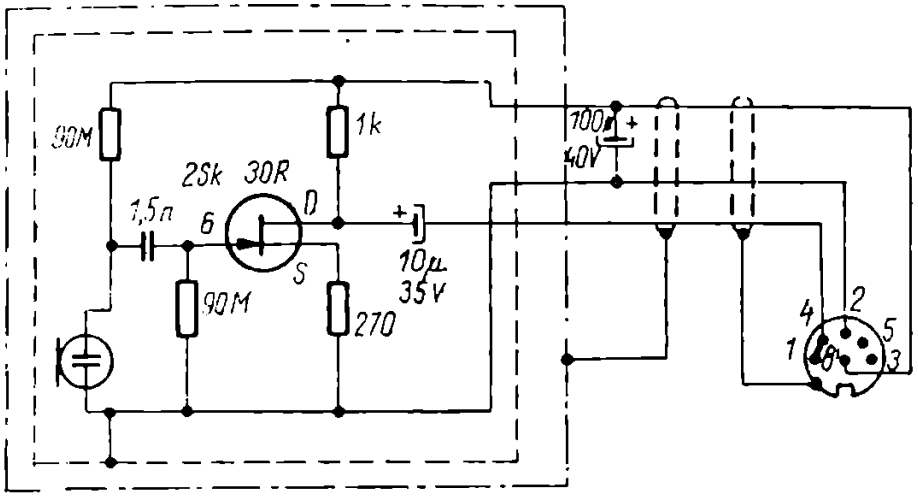


Figura 69 — Schema de principiu a unui preamplificator pentru microfon cu electret, încorporat în magnetofonul uzual cu casete.

Preamplificatoarelor destinate microfoanelor condensator și a celor cu electret se impune ca impedanța de intrare să fie cuprinsă între 0,5 ... 1,5 MΩ, de la caz la caz. Dacă impedanța de ieșire a capsulei microfonului condensator este foarte mare, adaptarea acestuia la impedanța de intrare a preamplificatorului se face cu ajutorul rezistenței adiționale corespunzătoare. La o presiune acustică dată, preamplificatoarele microfoanelor condensator, cu două etaje debitează la ieșire cca 100 ... 350 mV, iar cele cu trei etaje 200 ... 700 mV.

De regulă, preamplificatoarele pentru microfoanele cu electret sînt realizate cu un etaj, tensiunea de ieșire are valori de 10 ... 40 mV, în funcție de presiunea acustică dată.

Prin utilizarea tranzistoarelor cu efect de cîmp (TEC) în etajele de intrare se obține, la cele mai sensibile preamplificatoare, pentru microfoanele condensator, un raport semnal-zgomot de 60 ... 65 dB.

- **Preamplificatoare cu circuite integrate**

Utilizarea circuitelor integrate în tehnica electroacusticii a început cu numai un an în urmă.

Circuitele integrate folosite în schemele amplificatoarelor de tensiune sînt de două feluri:

Pe de o parte, este vorba de circuitele integrate specializate, care sînt anume proiectate, cu scopul obținerii unor performanțe

deosebite, ridicate și care se pot utiliza într-o anumită familie de circuite. Aceste circuite integrate sînt proiectate și executate de marile firme producătoare.

Pe de altă parte, se pot utiliza în montajele amplificatoare, majoritatea circuitelor integrate amplificatoare operaționale. În Europa, de exemplu, sînt răspîndite tipurile 709, 741 fabricate de diferite firme. Acestea însă, pot avea unele deosebiri ale caracteristicilor, cum este cazul lui SN 72709 produs de Texas și μA 709 produs de Fairchild etc.

Circuitele integrate uzuale, nespecializate, deși sînt cu succes utilizate în scopuri generale, în etajele amplificatoare de audiofrecvență aplicațiile lor sînt limitate, din cauza zgomotului propriu relativ ridicat.

Pentru preamplificatoare de microfon, în special cele condensator și cu electret sînt fabricate circuite integrate specializate. Schema de principiu a unui circuit integrat specializat, destinat preamplificatoarelor microfoanelor condensator, care se poate încorpora în carcasa microfonului, este prezentată în figura 70.

Caracteristicile calitative care se obțin cu acest circuit sînt superioare celor ce s-ar putea obține cu tipurile 709 sau 741. Astfel banda de frecvențe este 10 . . . 30 000 Hz, cu abatere mai mică de ± 1 dB, distorsiunile neliniare 0,1%, nivelul de zgomot —70 dB, la nivelul nominal de ieșire.

Circuite integrate specializate se mai întîlnesc în preamplificatoarele pentru microfoane cu electret, des răspîndite și încorporate

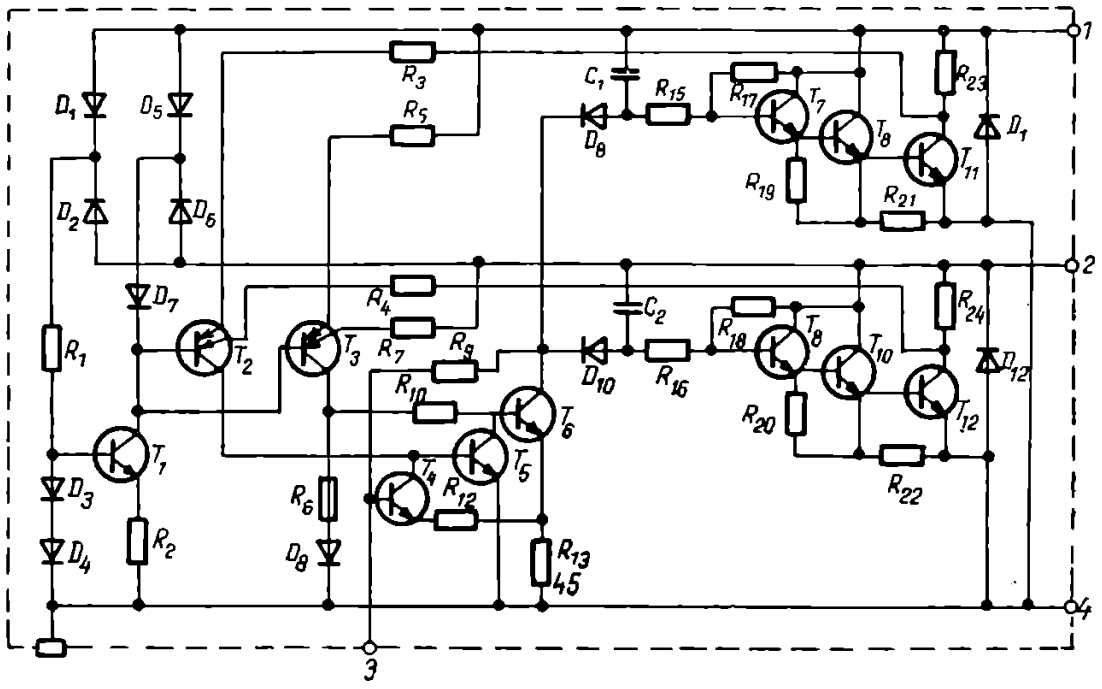


Figura 70 — Schema unui preamplificator cu circuite integrate, încorporat în microfonul condensator.

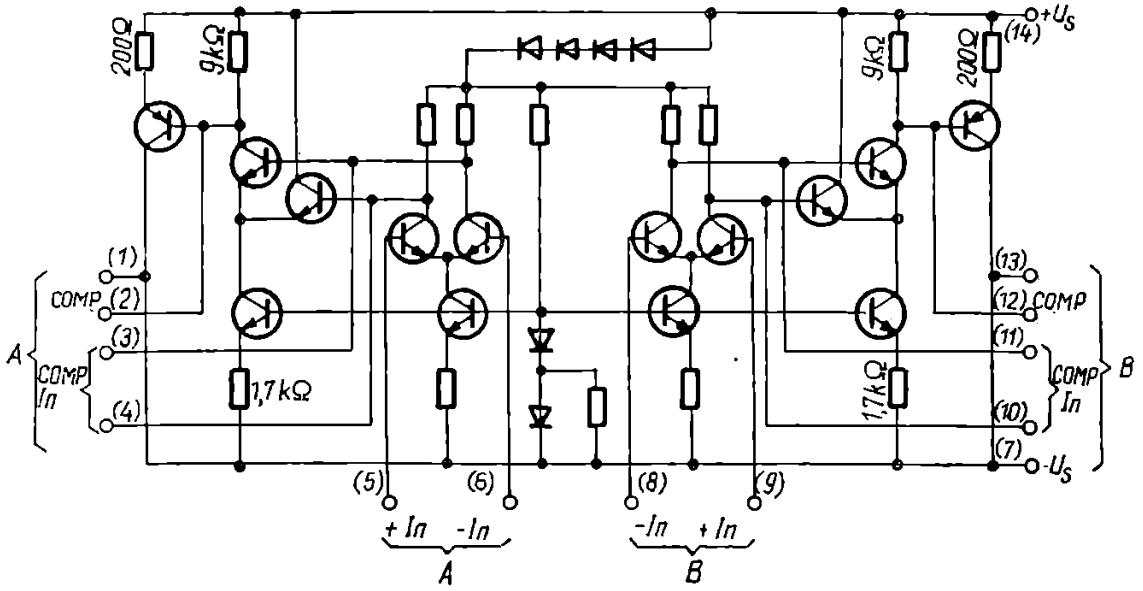


Figura 71 — Schema de principiu a preamplificatorului cu circuite integrate pentru microfon cu electret.

în casetofoane. În fig. 71 se prezintă schema de principiu a unui circuit integrat, utilizat ca preamplificator pentru microfon cu electret. Performanțele obținute sînt și-n acest caz superioare față de cele obținute în amplificatoarele operaționale uzuale. Astfel, banda de frecvență este de 20 . . . 20 000 Hz cu o abatere de ± 2 dB, nivelul de zgomot —65 dB, distorsiunile neliniare de 0,15% în toată banda.

1.2.3. PREAMPLIFICATOARE PENTRU DOZE DE PICUP

Dintre dozele de picup — deja prezentate în această carte — cele magnetice și cele dinamice se extind tot mai mult, astfel se impune prezentarea preamplificatoarelor destinate acestora. Preamplificatoarele pentru acest tip de doze, trebuie să fie caracterizate prin zgomot redus, sensibilitate mare, circuitul de ieșire să permită dinamică mare, cu distorsiuni mici, astfel ca etajele următoare și cel de putere să nu mărească distorsiunile.

Rezistența de intrare optimă a preamplificatorului se specifică în caracteristicile tehnice ale dozei, date de fabricant. Astfel, impedanța de intrare a preamplificatoarelor trebuie adaptată la varietatea impedanțelor dozelor. În etajele echipate cu tuburi electronice, adaptarea se rezolvă uneori cu ajutorul transformatoarelor de intrare.

Caracteristica de frecvență a semnalului înregistrat pe discuri, depinde de corecțiile de frecvență necesare, care sînt reglementate de cîteva norme. Astfel la redare, scopul este de a se introduce

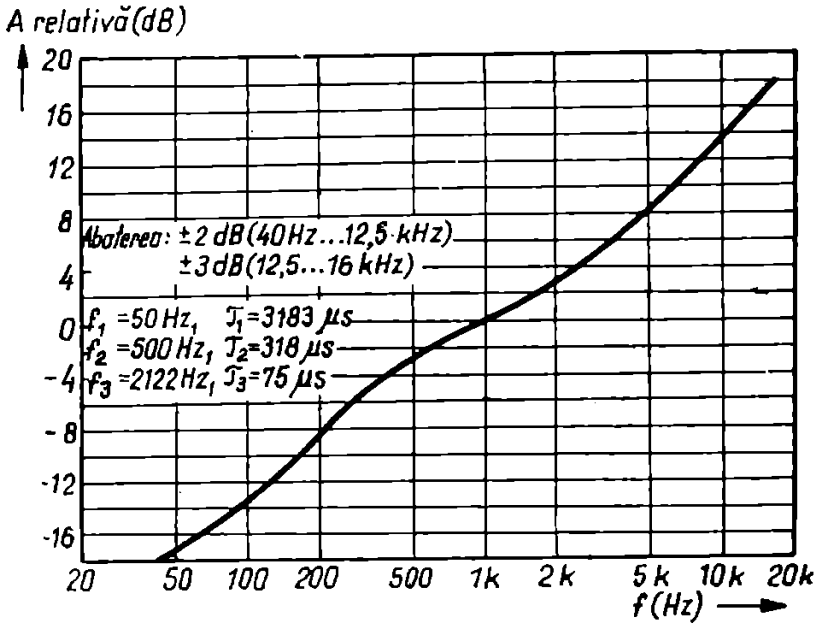


Figura 72 — Caracteristica corecției RIAA, utilizată la înregistrarea discurilor.

corecții de semn contrar corecțiilor de la înregistrare, obținîndu-se astfel imaginea inițială a semnalului acustic. Deoarece dozele magnetice și dinamice au caracteristici de frecvență destul de liniare, corecția ce trebuie introdusă se realizează în preamplificator.

Corecțiile discurilor provenite de la diferite firme și din diferite perioade de timp nu sînt, de regulă, asemănătoare. Ca criteriu de referință este recomandabil a se utiliza corecțiile RIAA[1], care sînt cele mai răspîndite în lume și se apropie de corecțiile prevăzute de IEC[2], folosite în Europa.

Caracteristica corecțiilor RIAA este dată de trei frecvențe de inflexiune 50 Hz (3183 μs), 500 Hz (318 μs) și 2122 Hz (75 μs). În practică pentru realizarea inflexiunii de jos nu se prevăd circuite RC speciale, această întîrziere se obține din condensatoarele de cuplaj și rezistențele de intrare ale etajelor.

La realizarea preamplificatoarelor trebuie să se țină seama în mod deosebit de corecția de la înregistrare, care introduce la 31,5 Hz o cădere (atenuare) de —18,5 dB, iar la 1 600 Hz o creștere de 17,7 dB — față de 1 000 Hz.

Astfel, preamplificatorul împreună cu corectorul de redare trebuie să aibe o amplificare foarte mare, astfel ca semnalele de intrare de cca. 1 ... 10 mV, să fie amplificate atît la frecvențe joase

[1] RIAA — Record Industry Association of America — Asociația Americană a Industriei de Discuri.

[2] IEC — International Electrical Commision — Comisia Electrotehnică Internațională — CEI.

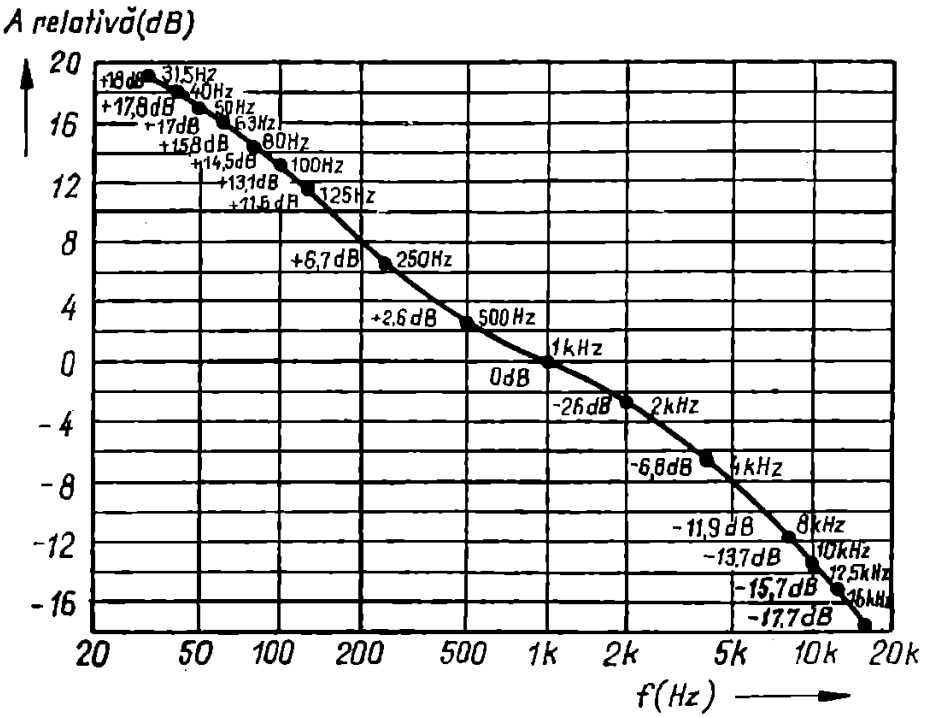


Figura 73 — Caracteristica corecției RIAA, utilizată la redarea discurilor.

cît și la frecvențe înalte, fără distorsiuni pînă la un nivel de ieșire acceptabil.

În scopul obținerii unui raport semnal-zgomot corespunzător, preamplificatorul va fi introdus într-un ecran magnetic din permalloy. De asemenea, pentru evitarea influenței capacității cablului ecranat dintre doză și preamplificator, acesta trebuie să fie cît mai scurt. În practică, de obicei lungimea cablului este de 1,2 m (după DIN).

Dacă se impune o conexiune mai lungă, pentru a nu se deteriora raportul semnal-zgomot, se introduce preamplificatorul în cutia picup-ului, și de la ieșirea acestuia, nivelul fiind mare, se va efectua conectarea cablului ecranat corespunzător.

Nivelul zgomotului se menține la minim dacă alimentarea o facem din baterii chimice sau acumulatoare. Deoarece în practică această cerință este greu de realizat, fiind o soluție scumpă, mai ales în cazul tensiunilor de alimentare mai mari (24 V — 30 V), se utilizează tensiuni debitate de alimentatoare stabilizate.

La dozele magnetice și dinamice, utilizate în prezent, se pot adapta deopotrivă preamplificatoare cu tuburi electronice, cu tranzistoare sau cu circuite integrate.

Caracteristicile cele mai importante ale preamplificatoarelor sînt:

— nivel de zgomot minim;
— banda largă de frecvențe;

— curba de corecție corespunzătoare;
— distorsiuni armonice mici.

În cele ce urmează, vom face cunoscute circuitele care realizează aceste deziderate.

• **Preamplificatoare cu tuburi electronice**

În montajele de preamplificare se utilizează, cel mai des, tuburile de tip ECC 83 — dublă triodă și EF 86 — pentodă. Din punct de vedere constructiv, preamplificatoarele pentru dozele de picup se aseamănă cu cele pentru microfon.

Există însă două deosebiri esențiale: prima este realizarea circuitelor de corecție, și a doua este realizarea circuitelor pentru semnale stereo.

În vreme ce la preamplificatoarele de microfon se caută obținerea unei caracteristici de frecvență cît mai liniară, în cele pentru dozele de picup se urmărește realizarea unei caracteristici tip de corecție la redare, în scopul obținerii compoziției inițiale a semnalelor sonore. Grupurile de corecție RC în preamplificatoarele pentru doze se introduc în circuitul de reacție negativă.

Odinioară, cînd nu existau decît tuburi electronice, s-au executat scheme Hi-Fi, în care erau prevăzute mai multe tipuri de corecții. În prezent, acest lucru nu mai este necesar, deoarece majo-

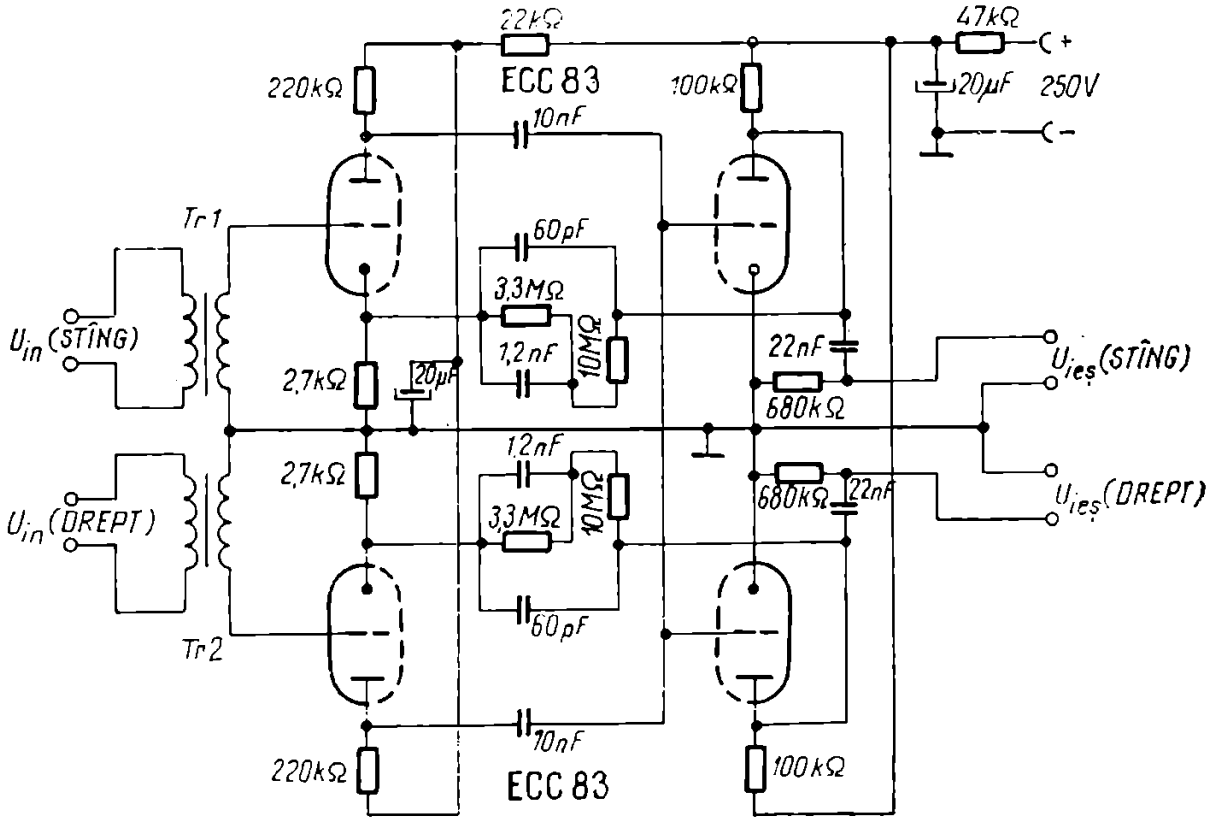


Figura 74 — Schema de principiu a unui preamplificator stereo, cu două etaje cu tuburi electronice, cu transformator de intrare.

ritatea fabricilor de discuri utilizează la înregistrarea corecția IEC sau RIAA, astfel în preamplificatoare este suficientă conectarea acestor corecții (corecțiile IEC și RIAA sînt asemănătoare).

La realizarea preamplificatoarelor cu tuburi electronice se adoptă două soluții:

a) Impedanța de ieșire a dozei se adaptează la impedanța de intrare a preamplificatorului cu transformatorul de intrare cu raportul 1 : 5 . . . 1 : 10. Este cazul aici să menționăm că proiectarea și realizarea transformatorului de intrare este o treabă deosebit de delicată, și cu mijloace simpliste nu se obțin rezultate corespunzătoare (în principal va fi afectată banda de frecvență).

b) Impedanța de intrare a preamplificatorului se realizează cu rezistențele de grilă ale tubului egale cu impedanța dozei. În principiu, cu o asemenea soluție, se pot realiza preamplificatoare cu banda de 10 . . . 30 000 Hz.

În figura 74 se prezintă un preamplificator profesional pentru picup-uri Hi-Fi, cu transformator de intrare. Tensiunea anodică este stabilizată, iar cea de filament este simetrizată, asigurîndu-se astfel un zgomot de fond mic și cu aceasta un nivel de zgomot redus. Banda de frecvențe este de 30 . . . 20 000 Hz sub $\pm$1 dB, dacă nu se ia în considerare efectul circuitelor de corecție. Raportul semnal-zgomot este 70 dB cu distorsiunile neliniare de 0,2%. Amplificarea este de 120 . . . 170 ori, la o sensibilitate de 1 . . . 10 mV.

Un preamplificator pentru un picup Hi-Fi, fără transformator de intrare, este prezentat în figura 75.

Pe fiecare canal există cîte o dublă triodă ECC 83, obținîndu-se o amplificare de 100 . . . 150 ori și o sensibilitate de 0,5 . . . 5 mV. Banda de frecvențe este cuprinsă între 30 . . . 20 000 Hz, cu o abatere mai mică de $\pm$3 dB, cu distorsiunile neliniare de 0,3%. Zgomotul de fond se reduce la minim cu potențiometrul de simetrizare conectat pe înfășurarea de filament, obținîndu-se un raport semnal-zgomot de 65 dB.

- **Preamplificatoare tranzistorizate**

Tensiunea mică a semnalelor date de către dozele magnetice și dinamice, a determinat ca competiția în ce privește zgomotul și distorsiunile neliniare, dintre tranzistoarele cu germaniu și tuburile electronice, să fie cîștigată de către acestea din urmă.

Numai apariția și utilizarea tranzistoarelor cu siliciu a schimbat radical situația. În prezent, majoritatea preamplificatoarelor, cu elemente distincte, se realizează numai cu tranzistoare cu siliciu.

Preamplificatoarele cu tranzistoare vor conține, ca și în cazul schemelor cu tuburi, circuite de corecție, care vor fi introduse în buclele de reacție negativă. Pentru obținerea unei rezerve de amplificare, în cazul cînd semnalul de intrare este de zecimi de mV, se utilizează scheme cu două, respectiv trei etaje de amplificare. Adap-

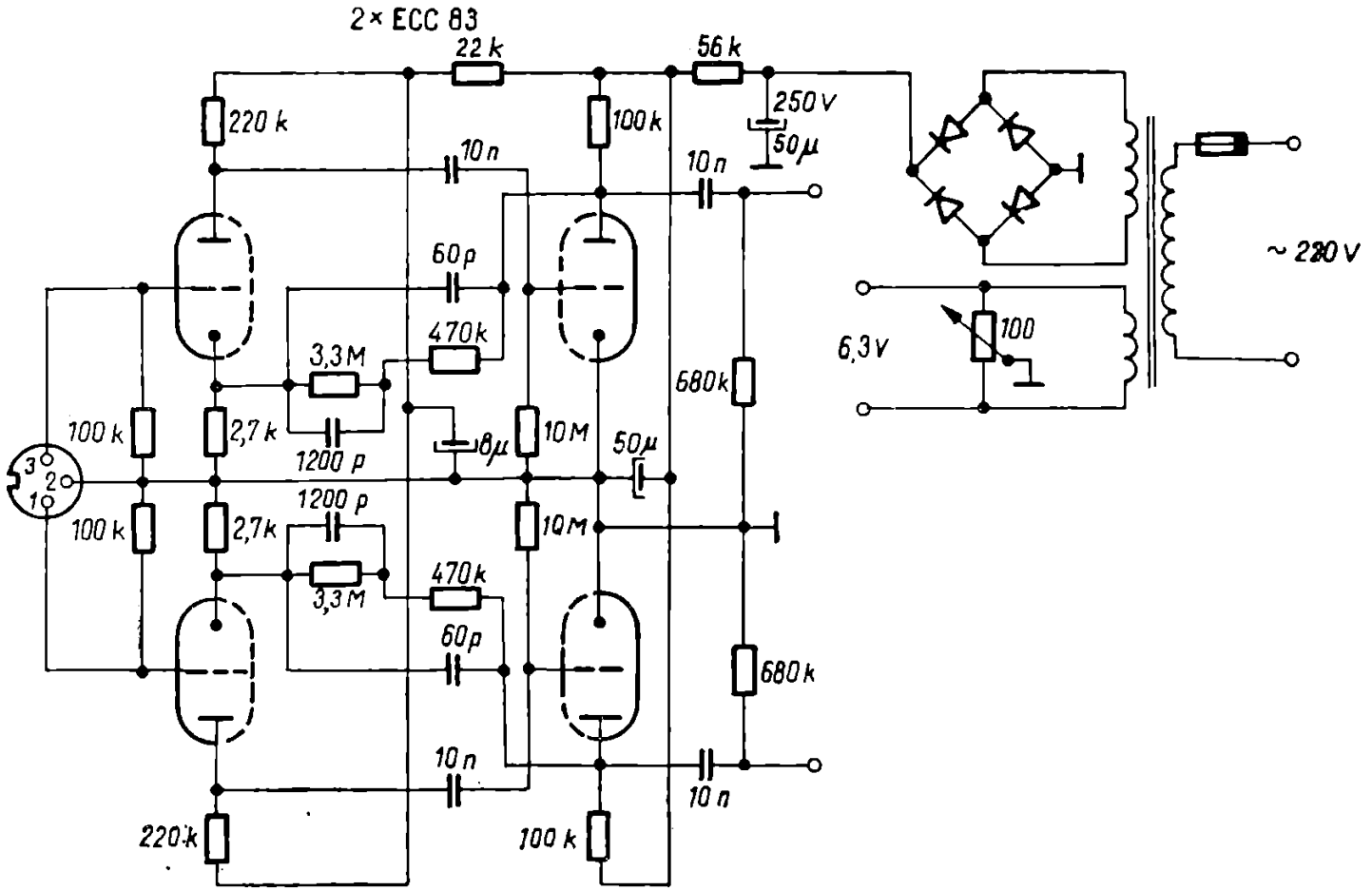


Figura 75 — Schema de principiu a unui preamplificator stereo cu tuburi electronice fără transformator de intrare.

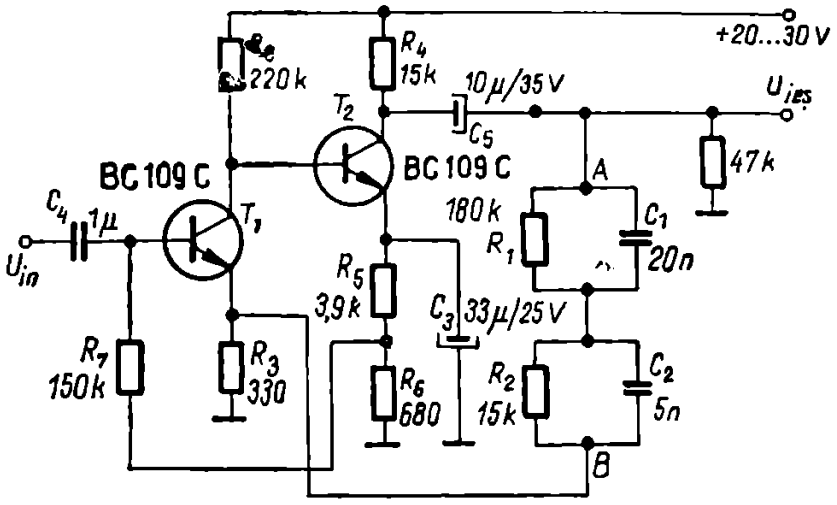


Figura 76 — Schema de principiu a unui preamplificator stereo (un canal) cu două etaje tranzistorizate.

tarea impedanțelor la intrare, în preamplificatoarele moderne, se realizează fără transformator de intrare.

În afara nivelului de zgomot redus și a benzii largi de frecvență mai au avantajul că nu necesită surse de alimentare pretențioase și au un consum mic. Pentru obținerea unui zgomot redus — așa cum am arătat — ar fi necesară alimentarea de la baterii chimice. Practic, se utilizează redresoare uzuale, dar, în cazul unor preamplificatoare Hi-Fi sînt necesare surse stabilizate.

Schema de principiu a unui preamplificator cu două etaje echipate cu tranzistoare BC 109C, este prezentată în figura 76. La frecvența de 1 kHz are amplificarea de 34,5 dB. La un nivel de ieșire de cca 2,3 V, distorsiunile neliniare sînt de 0,02%, dacă tensiunea de alimentare nu depășește +24 V.

Între colectorul tranzistorului *T2* și emiterul lui *T1* sînt conectate în serie două celule corectoare *RC*, realizîndu-se o reacție negativă dependența de frecvență. Dezavantajul acestei scheme este că nu conține elemente de reglaj a punctului de funcționare și al corecției de frecvență, necesare în cazul schimbării tranzistoarelor.

În figura 77 se prezintă schema unui preamplificator — tot cu două etaje — prevăzut cu elemente de reglaj, care permit corecția dispersiei parametrilor. Cu ajutorul potențiometrului P_7 se pot corecta caracteristicile corectorului în domeniul frecvențelor joase. În domeniul 3 180 μs (frecvențe înalte) influența este mică, dar se pot corecta neregularitățile datorită condensatoarelor de cuplaj (frecvențe joase). Cu ajutorul potențiometrului P_5 se poate regla punctul static de funcționare al tranzistoarelor și odată cu aceasta și amplificarea etajelor. În cazul preamplificatoarelor stereo, potențiometrele corespunzătoare celor două canale, nu vor fi pe același

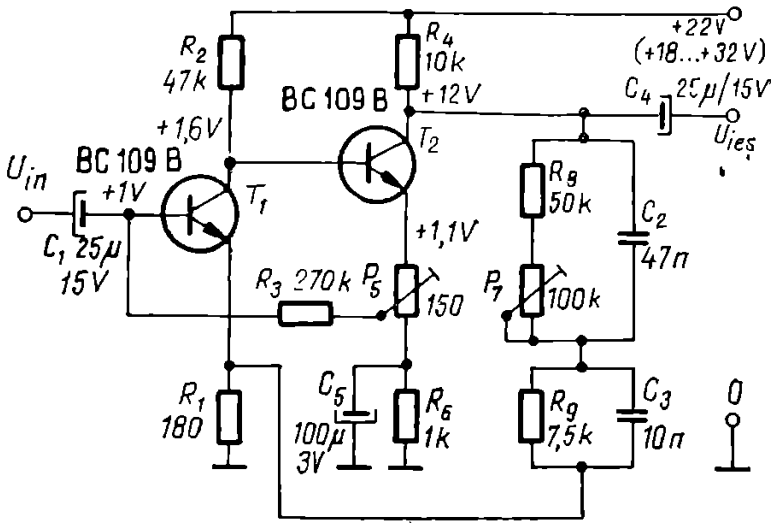


Figura 77 — Schema de principiu a unui preamplificator stereo (un canal) cu două etaje tranzistorizate cu reglarea constantei de timp a corecției (P_7) și a polarizării tranzistoarelor (P_5).

ax, aceasta pentru a avea posibilitatea corectării eventualelor asimetrii. Sensibilitatea preamplificatorului este de 2 mV, permițînd și o supra comandă de 10 mV. Amplificarea este de 35 dB la o frecvență de 1 kHz. Impedanța de intrare este de 50 kΩ. Banda de frecvență, ocolindu-se corectorul de redare, este de 20 . . . 20 000 Hz cu o abatere mai mică de $\pm$1 dB, nivelul de zgomot la ieșirea de 2,5 V este de 80 . . . 100 μV. Distorsiunile neliniare la o tensiune de intrare de 2 . . . 5 mV sînt sub 0,1%, iar cu 10 mV la intrare sînt 0,1%.

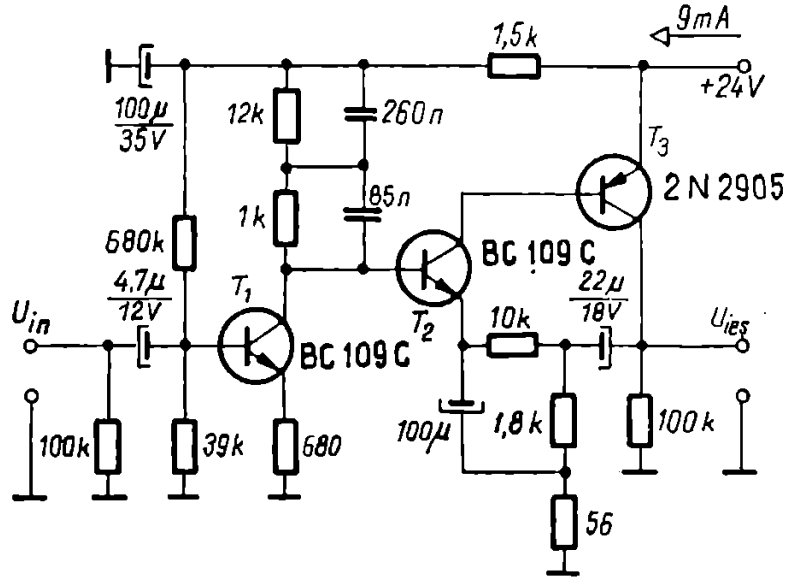


Figura 78 — Schema de principiu a unui preamplificator stereo (un canal) cu trei etaje, corecția de frecvență fiind realizată în primul etaj.

Schemele preamplificatoarelor prezentate pînă acum sînt de-o concepție uzuală. Schema prezentată în figura 78 reprezintă un preamplificator stereo cu trei etaje, la care s-au adoptat unele soluții mai deosebite. Astfel, circuitele corectorului de redare, constituie chiar sarcina de colector a primului etaj. Această soluție are avantajul că și tensiunea de zgomot ce o regăsim în colector, va avea aceeași cădere (la frecvențele înalte) ca și semnalul util. La etajele al doilea și al treilea este aplicată reacția negativă, care determină o bandă largă de frecvențe, o impedanță de intrare mare și cea de ieșire mică. Datorită impedanței mari de intrare a etajului al doilea, nu vor fi influențate constantele de timp realizate cu elementele *RC* ale corectorului.

Lărgimea benzii de frecvențe este de 10 ... 30 000 Hz cu o abatere mai mică de ± 1 dB (cu circuitele de corecție ocolite). Sensibilitatea este de 1 mV, cu supraexcitație de 12 mV. Distorsiunile neliniare, pînă la 5 mV intrare, sînt mai mici de 0,1%, la 12 mV intrare sînt de 0,5%. Amplificarea este de 38 dB, iar nivelul zgomotului referitor la ieșirea de 1,5 V este de 80 ... 100 μV. Astfel, raportul semnal zgomot este mai bun de 80 dB.

- **Preamplificatoare cu circuite integrate (CI)**

Asemănător ca la preamplificatoarele de microfon, se utilizează și în cazul etajelor de amplificare pentru doze de picup amplificatoarele operaționale integrate de tip 709 și 741, dar special se realizează circuite integrate cu două amplificatoare (dual) în aceeași montură, destinate preamplificatoarelor stereo.

Din punct de vedere al caracteristicilor calitative se poate aprecia că, în afara circuitelor integrate specializate cu care se obțin performanțe ridicate, la preamplificatoarele cu circuite integrate de tip 709 și 741, performanțele sînt comparabile cu cele obținute de schemele cu tranzistoare. Mai mult, unele scheme cu tranzistoare bine proiectate, pot întrece calitativ preamplificatoarele cu integratele 709 sau 741. Aceasta explică faptul că producătorii de aparatură electroacustică, la ora actuală, realizează preamplificatoare cu circuite discrete și rar cu circuite integrate.

Schema de principiu a unui preamplificator stereo cu circuite integrate se prezintă în figura 79. Amplificarea se obține cu circuite integrate (tip 709), circuitele de corecție și adaptarea impedanțelor sînt realizate cu componente discrete. În primul etaj se realizează corecția de frecvență necesară. Primul etaj împreună cu etajul al doilea realizează un filtru trece jos, care atenuează semnalele sub 20 Hz cu 12 dB/octavă. Această soluție diminuează considerabil zgomotele de natură mecanică, ce pot influența auditia, produse de mecanismul picup-ului.

Primul etaj, la frecvența de 1 kHz, are o amplificare de 17 dB, iar al doilea 40 dB. Amplificarea celui de al doilea etaj, depinde de

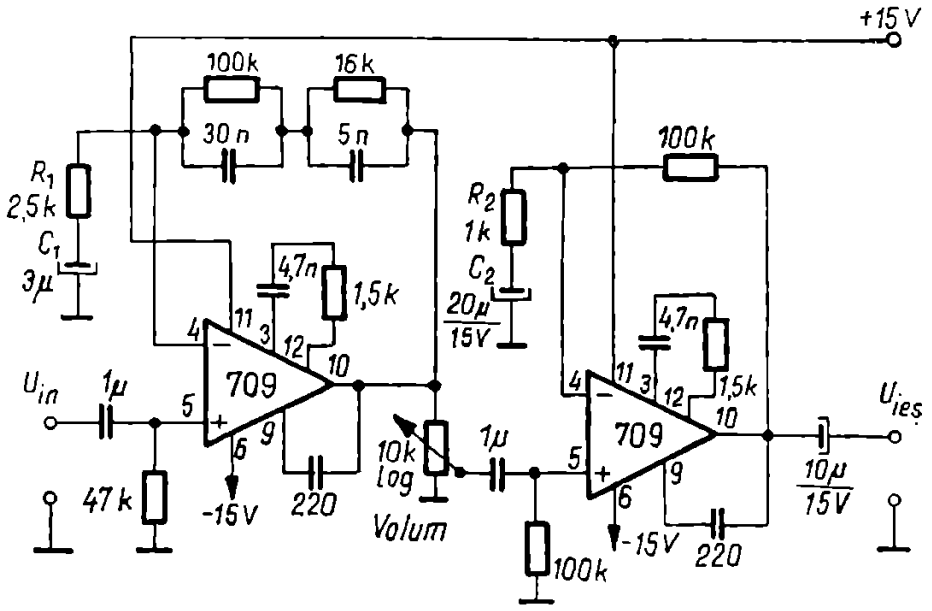


Figura 79 — Schema de principiu a unui amplificator stereo, (un canal), cu cîte două amplificatoare operaționale integrate pe canal.

profunzimea reacției negative, la reacție mai mică amplificarea crește, odată cu mărirea reacției se va micșora amplificarea, dar în funcție de mărimea reacției se va modifica și caracteristica de frecvență. Cu un reglaj corespunzător se obține banda de frecvență de 30 . . . 20 000 Hz sub ± 2 dB (ocolind corectorul de frecvență), nivelul de zgomot de —65 dB. Sensibilitatea este cuprinsă între 2 . . . 5 mV, domeniu în care distorsiunile neliniare sînt mai mici de 0,1%, la o supraexcitație de 10 mV, distorsiunile ajung la 0,5%.

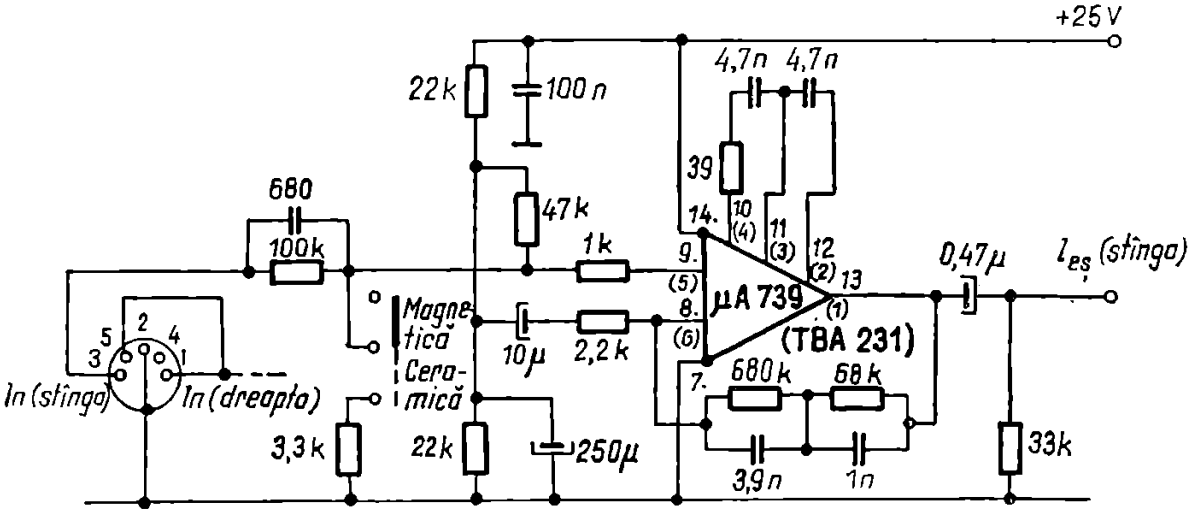


Figura 80 — Schema de principiu a unui preamplificator stereo (un canal), cu cîte un amplificator operațional pe canal, cu corecție pentru doză magnetică și ceramică.

În figura 80 se prezintă schema de principiu a unui preamplificator stereo, care este echipat cu un singur circuit integrat pe canal, de tipul μA 739 sau TBA 231. Și în această schemă, circuitele de corecție și adaptarea impedanței sînt realizate cu componente discrete. La intrarea preamplificatorului se poate conecta atît doza magnetică cît și doza ceramică, modul de lucru se alege cu un comutator. Fără corecție, banda transmisă este de 20 ... 25 000 Hz cu o abatere mai mică de ±1 dB, nivelul de zgomot mai mic de —60 dB. Sensibilitatea (pe poziția p.u. magnetic) este 2 mV, cu distorsiuni neliniare de cca 0,1% și amplificarea de 36 dB. La o supraexcitație de 15 mV, distorsiunile nu depășesc 0,6%.

1.2.4. PREAMPLIFICATOARE PENTRU CAPETE MAGNETICE

În magnetofoanele profesionale cît și-n cele de amatori, nu se mai utilizează, în prezent, amplificatoare cu tuburi electronice. Performanțele amplificatoarelor pentru redarea sau înregistrarea magnetică, a sunetului, se pot realiza cu tranzistoare sau circuite integrate. Din acest motiv, nu vom prezenta preamplificatoarele mai vechi, echipate cu tuburi electronice.

Preamplificatorul din magnetofon este necesar pentru amplificarea semnalelor provenite de la capul de redare sau combinat.

Amplificatorul de înregistrare primește la intrare semnalele de audiofrecvență, pe care le amplifică și le prelucrează (corectează) în funcție de caracteristicile capului magnetic de înregistrare. Semnalul de ieșire se aplică capului de înregistrare și creează în acesta curentul de audiofrecvență.

Amplificatorul de redare, primește semnalul debitat de capul de redare, îl amplifică și-l corectează, semnalul de ieșire de nivel corespunzător poate fi aplicat amplificatorului de putere.

Amplificatorul destinat capului magnetic combinat (de înregistrare-redare) trebuie să îndeplinească ambele cerințe. Astfel, în modul de înregistrare, la intrare se conectează semnalul provenit de la sursa sonoră, iar la ieșire capul combinat — care în această situație este: cap de înregistrare. La redare, intrarea amplificatorului se conectează la capul combinat — situație în care este: cap de redare, iar ieșirea, spre amplificatorul de putere.

Atît la înregistrare cît și la redare este necesară caracteristica de amplitudine — frecvență neliniară. Din cauza fenomenului de demagnetizare a benzii și a pierderilor din capul magnetic atît la înregistrare cît și la redare apare o cădere a caracteristicii de transfer în zona frecvențelor înalte. Corecția de frecvență necesară liniarizării caracteristicii, se poate repartiza, teoretic, oricum, între

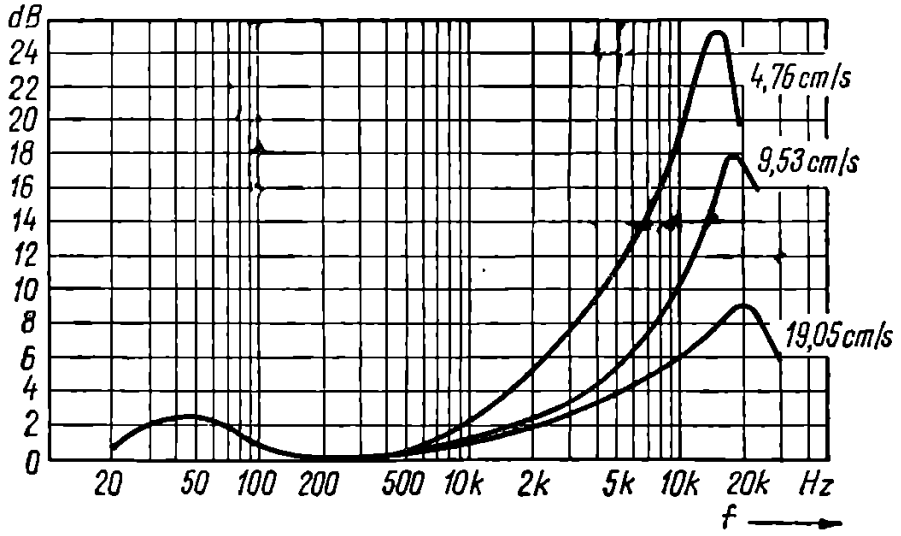


Figura 81 — Caracteristicile corecţiilor de frecvenţă la înregistrare, funcţie de vitezele de deplasare uzuale ale benzii magnetice.

partea de înregistrare respectiv partea de redare. În scopul realizării schimburilor de programe sonore înregistrate pe benzile magnetice, între diferitele instituţii sau diferiţi utilizatori, s-au elaborat norme, asupra repartizării corecţiei de frecvenţă în amplificatoarele de înregistrare şi redare. Aceste norme sînt fie naţionale, fie internaţionale. Scăderea nivelului de frecvenţe înalte, din cauza pierderilor din capul magnetic, trebuie conectată în preamplificatorul de înregistrare printr-o ridicare adecvată a nivelului frecvenţelor înalte.

Mărimea corecţiei, precum şi alura ei, în banda de frecvenţe transmise, depinde de viteza la înregistrare a benzii magnetice.

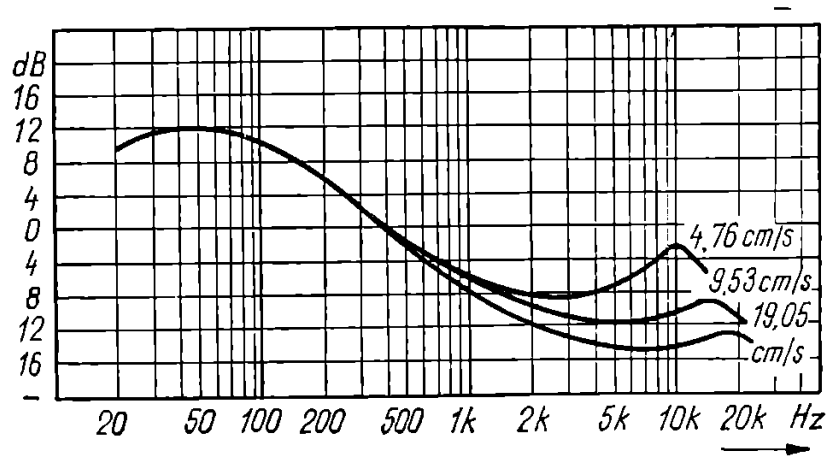


Figura 82 — Caracteristica corecţiilor de frecvenţă la redare funcţie de vitezele de deplasare uzuale ale benzii magnetice.

Magnetofoanele cu mai multe viteze, sînt prevăzute cu mai multe circuite de corecție corespunzătoare, care se comută în circuit odată cu comutarea pe viteza respectivă.

Din cauza pantei curbei de accentuare (ridicare) a frecvenței înalte din corectorul preamplificatorului de înregistrare, este necesară introducerea la redare a unei corecții de egalizare. Circuitele de corecție de amplitudine din preamplificatorul de redare, se comută odată cu alegerea vitezei de lucru a benzii.

- **Preamplificatoare tranzistorizate**

Rolul amplificatorului de înregistrare este de a crea curentul de audiofrecvență constant și de a realiza ridicarea caracteristicii de amplitudine — frecvență cu ajutorul circuitelor de corecție de frecvență.

În principiu, cea mai simplă soluție ar fi conectarea prin intermediul unui transformator de adaptare, a capului de înregistrare în circuitul de colector, cînd variațiile rezistenței interne a tranzistorului ar asigura valoarea constantă a curentului de audiofrecvență. Această soluție este practicată doar la magnetofoanele de studio (profesionale) din cauză că transformatorul de adaptare este o piesă costisitoare și greu de realizat. Trebuie menționat că în aparatura modernă, deja s-a renunțat la utilizarea transformatorului.

În figura 83 se vede în schema amplificatorului de înregistrare, etajul repetor pe emitor care asigură curentul constant în circuitul capului de înregistrare. Tensiunea maximă a semnalului de ieșire este de 3 . . . 4 V, din care motiv curentul de audiofrecvență maxim prin cap va fi de 0,3 . . . 0,4 mA. Circuitul oscilant LC nu permite șuntarea curentului de înaltă frecvență de premagnetizare. Frecvența de rezonanță a acestui circuit este acordată pe frecvența osci-

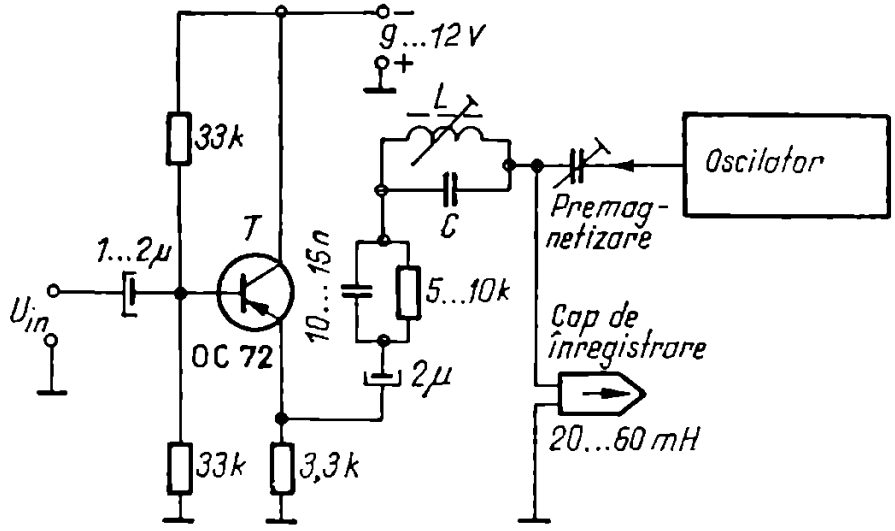


Figura 83 — Schema de principiu a unui amplificator pentru capul de înregistrare, cu un etaj.

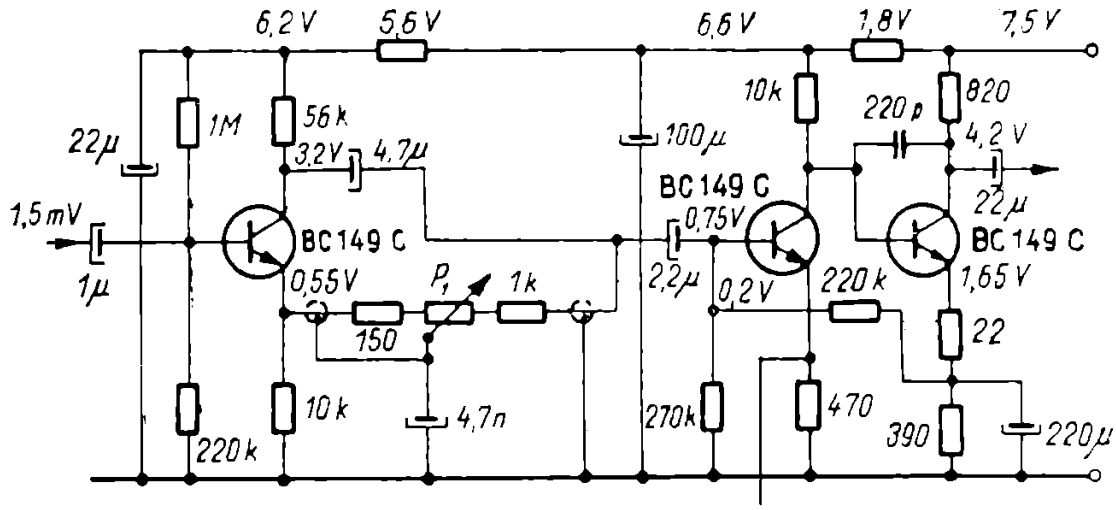


Figura 84 — Schema de principiu a unui amplificator pentru înregistrare, cu trei etaje.

latiilor curentului de premagnetizare. Grupul *RC* în serie cu ieșirea din repetor servește la corecția de frecvență, adică va favoriza frecvențele înalte.

În figura 84 se prezintă un amplificator de înregistrare cu trei etaje. Sensibilitatea primului etaj este de 2 mV, și este reglat pentru zgomot minim. Curentul de repaus al acestui etaj este de 50 μA. Cele trei etaje oferă o rezervă mare de amplificare, din care motiv se poate aplica reacție negativă mai profundă, care lărgește banda de frecvențe și îmbunătățește raportul semnal-zgomot. Stabilizarea termică a primului etaj este asigurată de către divizorul din bază și rezistența din emiter. Etajele doi și trei sînt cuplate între ele în curent continuu. Polarizarea bazei tranzistorului al doilea se obține după divizorul rezistiv din circuitul de emiter al tranzistorului al treilea. Se obține astfel un factor de stabilizare termică a regimului etajelor. Corecția de frecvență la înregistrare se realizează cu ajutorul reacției negative între colectorul și baza tranzistorului din etajul al treilea. Reglajul nivelului se realizează cu potențiometrul P_1.

- **Amplificatoare cu circuite integrate (CI)**

În schemele amplificatoarelor de înregistrare sau de redare, circuitele integrate sînt rar întîlnite. În montajele magnetofoanelor Hi-Fi și a celor profesionale, circuitele integrate aproape lipsesc. În schimb, ele sînt numeroase în schemele casetofoanelor.

Dintre circuitele integrate uzuale cel mai des folosit este tipul 741, dar și cu aceste tipuri, raportul semnal-zgomot se situează la valori calitative medii.

Schema prezentată în figura 85, cu două circuite μA 741, oferă caracteristici calitative medii. Primul etaj are rolul de a amplifica semnalul de intrare la nivelul necesar. Potenționetrul de reglaj al

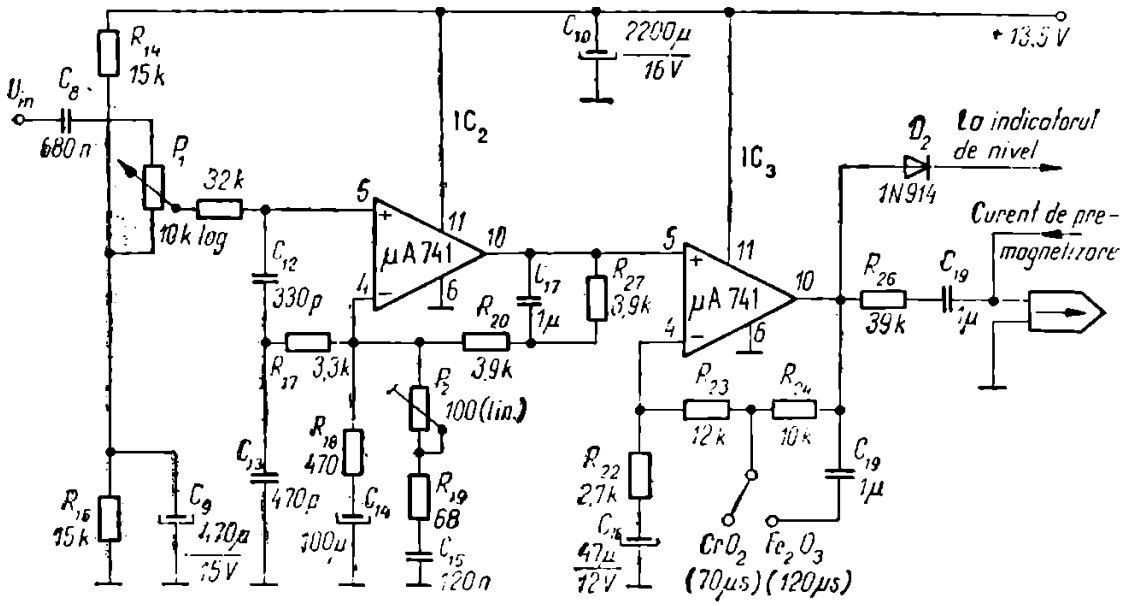


Figura 85 — Schema de principiu a unui amplificator pentru înregistrare, cu două amplificatoare operaționale tip µA 741.

nivelului P_1 este conectat la intrarea circuitului integrat, fapt ce limitează posibilitatea supraexcitației etajului și odată cu aceasta apariției distorsiunilor.

Al doilea etaj asigură alimentarea capului de înregistrare cu curentul de audiofrecvență. Sînt prevăzute două tipuri de corecții de frecvență atît pentru banda feroxid cît și pentru banda crom-oxid.

Tipul caracteristicii se alege, după necesitate, cu ajutorul comutatorului. Profunzimea corecției la frecvențele înalte se poate aranja cu ajutorul potențiometrului P_2. Frecvența la care valoarea corecției este maximă, depinde de valoarea condensatoarelor C_{12} și C_{15}. Prin modificarea valorii acestor condensatoare, cuprinse în circuitele de corecție, se poate muta maximumul în banda de frecvențe (în schema prezentată de la 40 ... 10 000 Hz; la 40 ... 12 500 Hz). Alegerea maximului curbei de corecție trebuie făcută în funcție de caracteristicile capului de înregistrare.

Valoarea curentului de audiofrecvență ce trece prin capul de înregistrare este determinată de mărimea rezistenței *R26*. Nivelul semnalului de înregistrare se poate supraveghea, cu un instrument ce se conectează la dioda D_2.

Cu acest amplificator se poate obține o bandă de frecvențe cuprinse între 40 ... 12 500 Hz, distorsiuni neliniare de 3,5 ... 4% și un raport semnal-zgomot imprimat de cca 44 ... 46 dB.

În figura 86 se prezintă o schemă de amplificator, cu un singur circuit integrat 709, care se conectează la un cap magnetic combinat, deci servește fie la înregistrare, fie la redare.

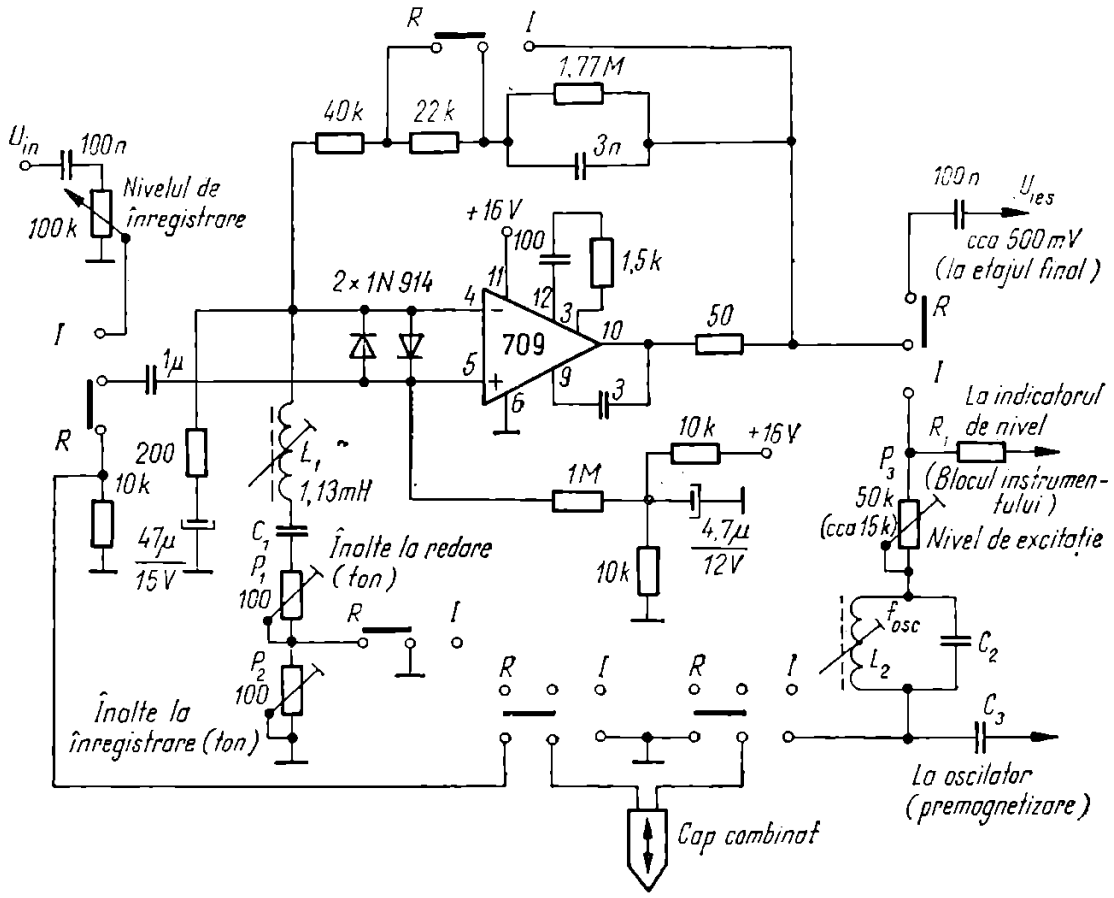


Figura 86 — Schema de principiu a unui amplificator cu un circuit integrat (A.O) tip 709 pentru înregistrare, comutabil și pentru redare.

Circuitele de corecție atît pentru înregistrare cît și pentru redare, sînt dimensionate pentru viteza benzii de 9,53 cm/s. În circuitele de corecție, favorizarea frecvențelor înalte, se poate ajusta la valoarea dorită, cu ajutorul potențiometrelor P_1 și P_2. Prin modificarea acordului, circuitului oscilant serie *L1 C1*, se poate schimba frecvența maximumului corecției. Nivelul de înregistrare se poate regla cu ajutorul potențiometrului P_3.

Amplificatorul asigură prin valoarea curentului de audiofrecvență, un nivel al magnetizării capului de înregistrare de 280 pWb/mm. Frecvența oscilațiilor curentului de premagnetizare este de 70 . . . 85 kHz.

- **Amplificatoare de redare tranzistorizate**

În magnetofoanele neprofesionale cu capete magnetice de înregistrare și de redare distincte, se utilizează amplificatoare de redare speciale. Este cazul magnetofoanelor de calitate Hi-Fi.

Pînă nu demult amplificatoarele din magnetofoane erau echipate cu tranzistoare cu germaniu, în prezent se utilizează în exclusivitate tranzistoarele cu siliciu.

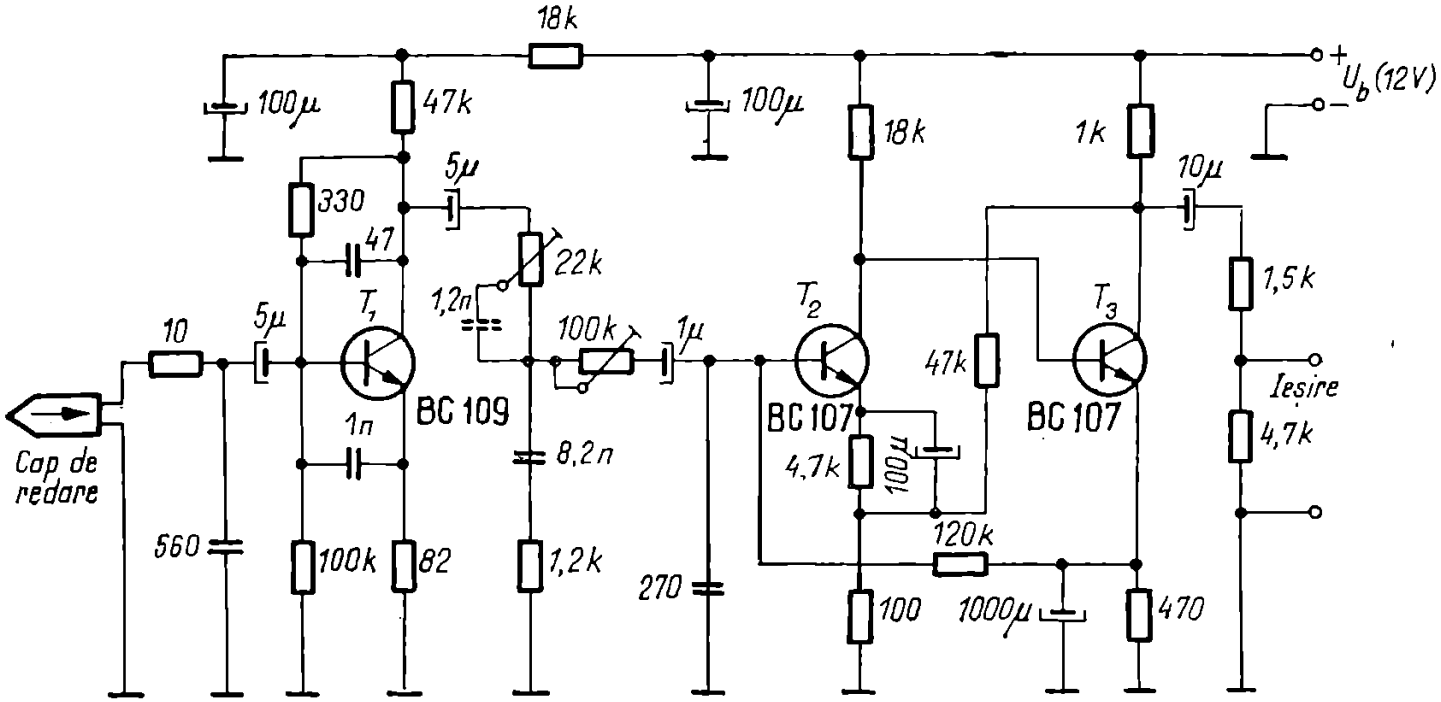


Figura 87 — Schema de principiu a unui amplificator pentru redare, cu trei etaje.

Amplificatorul de redare, are rolul de a amplifica semnalele de audiofrecvență captate de către capul de redare de pe banda magnetică, și de a realiza o caracteristică de frecvență liniară, scop, pentru a cărui realizare sînt necesare circuite corectoare de frecvență.

De regulă, la amplificatoarele de redare tranzistorizate se utilizează capete magnetice de impedanță mică. Circuitele de corecție, din amplificatoarele de redare, trebuie să determine o creștere corespunzătoare a amplificării atît la frecvențe joase, cît și la frecvențe înalte (figura 87), astfel ca să se obțină o reproducere liniară a caracteristicii de frecvență. Creșterea cea mai însemnată a amplificării este la frecvențele joase între 20 . . . 40 Hz.

Din acest motiv, aceste etaje sînt mai sensibile la zgomotul de rețea (brum) și la fluxurile magnetice de dispersie, ce pot produce zgomote pe frecvențe joase.

Pentru a obține nivelul corespunzător al tensiunii de ieșire se utilizează mai multe etaje de amplificare. În figura 84 se prezintă un amplificator de redare cu trei etaje. Etajul de intrare (T_1) este un amplificator cu zgomot mic, în etajul al doilea (T_2) se realizează circuitul de divizare a corecției de frecvență, iar etajul al treilea este un amplificator liniar.

La intrarea primului etaj este conectat capul de redare, de impedanță mică și în paralel cu condensatorul de 560 pF se formează un circuit oscilant derivație. La frecvența de rezonanță, situată în domeniul frecvențelor înalte, se obține o ridicare a caracteristicii de frecvență.

Pentru obținerea unui raport semnal-zgomot mare și a impedanței de intrare corespunzătoare adaptării cu capul de redare, tranzistorul T_1 funcționează cu un curent de colector mic (100 . . . 150 μA). Componentele fixe din lanțul de divizare din etajul al doilea, realizează ridicarea corespunzătoare a caracteristicii la frecvențe joase, iar cu potențiometrul se poate regla corecția la frecvențe înalte.

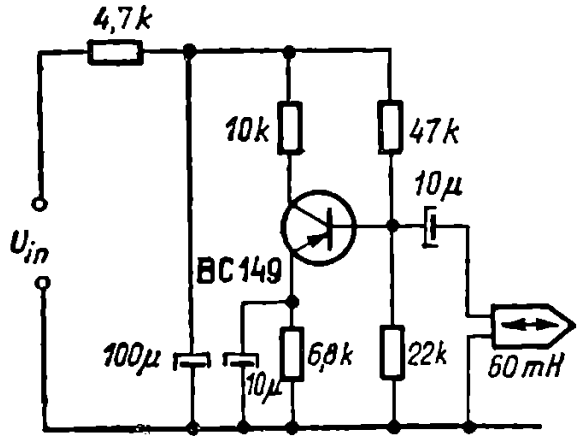


Figura 88 — Schema de principiu a unui amplificator pentru redare, cu un singur etaj.

Etajelor doi și trei, le este aplicată o puternică reacție negativă, ce determină distorsiuni reduse la un nivel de ieșire de cca 100 ... 150 mV.

Caracteristica globală de frecvență la viteza de 4,76 cm/s este cuprinsă între 60 ... 12 000 Hz cu o abatere de ± 3 dB. Distorsiunile neliniare fiind de 0,5%.

Schema unui amplificator de redare cu un etaj în conexiune emiter comun (EC) este prezentată în figura 88.

Etajul echipat cu tranzistorul cu siliciu BC 149 C nu conține circuite de corecție, urmînd ca acestea să fie realizate în etajele următoare, unde deja nivelul semnalelor este mai ridicat.

Preamplificatorul are o caracteristică de frecvență liniară cu o abatere de ± 1 dB în banda 20 ... 30 000 Hz. La intrare se poate adapta un cap de redare de impedanță mică (40 ... 60 mH inductanță). Etajul este imun la zgomote sub 60 Hz, obținîndu-se astfel un raport semnal-zgomot de 75 dB.

- **Amplificatoare de redare cu circuite integrate**

Tensiunea semnalului rezultată la bornele capului de redare este esențial mai mică ca cea obținută la o doză magnetică. Acest fapt limitează utilizarea amplificatoarelor operaționale integrate (CI), care de altfel au un nivel ridicat de zgomot, în schemele amplificatoarelor de redare. În magnetofoanele de calitate superioară Hi-Fi, de regulă, se utilizează în preamplificatoare tranzistoare. În cazuri excepționale, se pot întîlni etaje de intrare și cu circuite integrate, cînd acestea sînt în special proiectate și fabricate.

Amplificatoarele operaționale de largă utilizare se întîlnesc în schemele amplificatoarelor de redare, combinate cu etaje tranzistorizate. Un exemplu este prezentat în figura 89. Primul etaj al preamplificatorului, destinat unui casetofon este realizat cu tranzistorul BC 179 B, cu siliciu de tip PNP, știindu-se că față de tipurile NPN au zgomotul mai redus. Tranzistoarele T_1 și T_2, din punct de vedere al curentului alternativ sînt în montaj Darlington complementar a cărui rezistență de sarcină este formată din tranzistorul cu efect de cîmp T_3. Etajul tranzistorizat este prevăzut cu reacție negativă puternică (rezistențele R_4 și R_6). Cîștigul este de cca 20 dB. Semnalul primit de la bornele capului magnetic, de mică impedanță, de 0,8 ... 1 mV ajung la intrarea în etajul cu circuitul μA 741 la cca 7 ... 10 mV.

Circuitul de reacție negativă, cu care este prevăzut amplificatorul operațional μA 741, asigură corecția de frecvență la redare. Corecția de frecvență se poate alege, pentru banda magnetică cu feroxid sau cromoxid, cu ajutorul unui comutator.

Utilizarea unui circuit integrat special este exemplificată în schema din figura 90. În acest amplificator de redare, se utilizează un amplificator operațional de zgomot mic tip LM 381, la intrarea

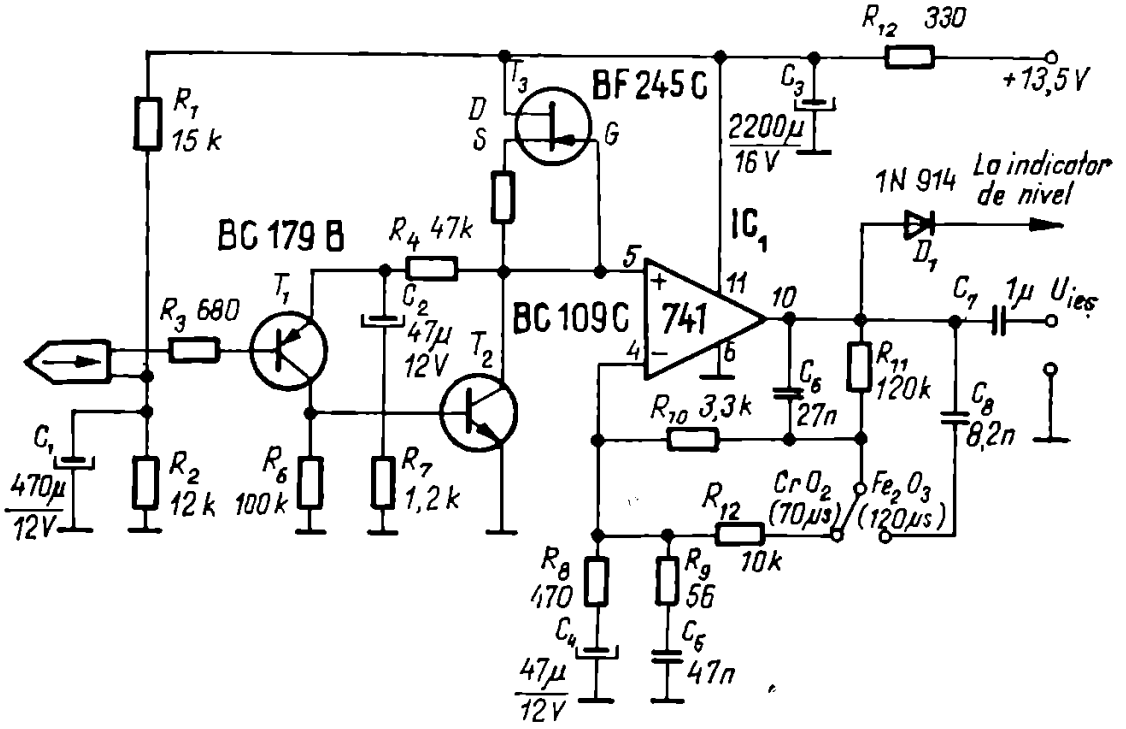


Figura 89 — Schema de principiu a unui amplificator pentru redare, hibrid, cu tranzistoare și circuit integrat.

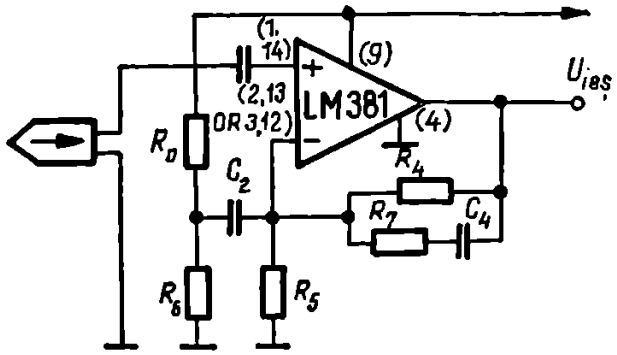


Figura 90 — Schema de principiu a etajului de intrare, al unui amplificator pentru redare, cu circuitul integrat LM 381.

căruia semnalul se conectează direct. Amplificarea în pofida reacției negative puternice, este de 60 dB. La intrare se conectează capul magnetic cu inductanța de 35 mH. Banda de frecvențe a preamplificatorului este cuprinsă între 10 . . . 30 000 Hz cu o abatere de ±1 dB, raportul semnal-zgomot maxim este de 75 dB.

1.2.5. AMPLIFICATOARE DE TENSIUNE

Amplificatoarele utilizate în tehnica sunetului cu sensibilitatea de 50 . . . 100 mV se numesc amplificatoare de tensiune de nivel mare.

În general, rolul amplificatoarelor de tensiune este de a amplifica semnalele pînă la nivelele de 500 . . . 750 mV, cu care se pot ataca etajele finale de putere.

Amplificatoarele de tensiune se întîlnesc în instalațiile de amplificare, în magnetofoane și în mixerele audio (etajele de amestec). În același timp ele, ca etaje de sine stătătoare, nu se produc și nu se folosesc.

În cazul în care, în ansamblul amplificator sînt necesare dispozitive de reglaj al volumului și de corecție a tonalității, acestea vor fi introduse în etajele amplificatorului de tensiune.

Principalele cerințe calitative, impuse amplificatoarelor de tensiune, sînt:

— caracteristica de frecvență liniară;
— distorsiuni neliniare mici;
— raport semnal-zgomot mare;
— amplificare corespunzătoare și cu rezerva de supraexcitație, nedepășindu-se factorul de distorsiuni neliniare impus.

În instalațiile de amplificare uzuale se utilizează etaje finale de putere pentru a căror excitație este necesară tensiunea de intrare de 300, 500 sau 750 mV.

Valoarea aceasta este asigurată la ieșirea amplificatoarelor de tensiune, în funcție de sensibilitatea etajului final.

Cea mai importantă condiție este ca la conectarea amplificatorului, la ieșirea preamplificatorului, acesta, să nu înrăutățească caracteristica de frecvență, distorsiunile precum și raportul semnal-zgomot, ci dimpotrivă, să le amelioreze.

În anumite cazuri sursa de semnal se conectează direct la intrarea amplificatorului de tensiune, de exemplu în cazul dozelor cu cristal. În aceste cazuri amplificatoarele de tensiune sînt prevăzute și cu circuitele de corecție de frecvență, corespunzătoare.

Banda de frecvențe a amplificatoarelor de tensiune este de regulă cuprinsă între 20 . . . 20 000 Hz. Nu sînt însă rar întîlnite amplificatoare moderne — cu tranzistoare cu siliciu — cu banda de 10 . . . 30 000 Hz cu abaterea de ± 1 dB.

- **Amplificatoare cu tuburi electronice**

Tuburile electronice se utilizează rar în tehnica modernă a amplificării. Dacă totuși se folosesc, acestea sînt tipuri mai moderne, ca exemplu ECC 83, ECC 80, EF 86 și altele. Cu aceste tuburi, în montaje corespunzătoare, se poate obține o caracteristică de frecvență chiar de 20 . . . 16 000 Hz.

Nota T. Atît preamplificatoarele cît și amplificatoarele ce vor fi tratate în acest capitol, fac parte din categoria amplificatoarelor de tensiune. Nivelul tensiunilor de la intrare le pot separa: cu nivel mic — preamplificatoare, cu nivel mare — amplificatoare.

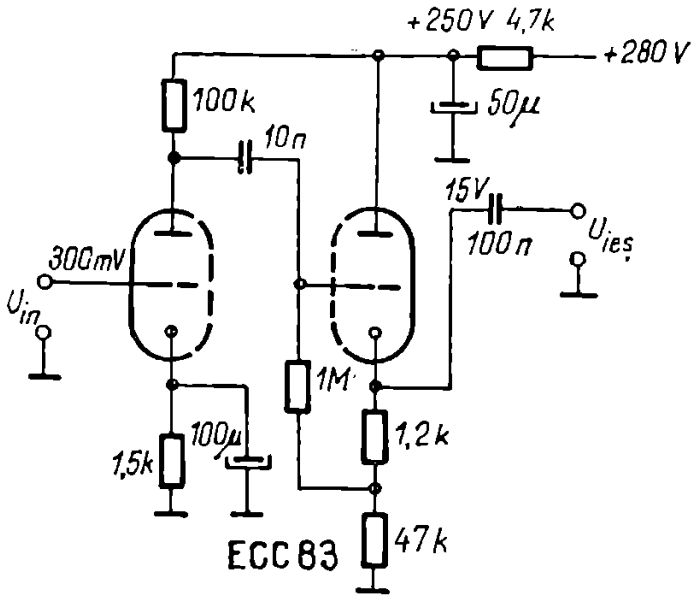


Figura 91 — Schema de principiu a unui amplificator de tensiune cu dublă triodă (ECC 83).

Schema unui amplificator, cu dublă triodă ECC83 și cu sensibilitatea de 300 mV, este prezentată în figura 91. Amplificarea primului etaj este de cca 25 ori iar a celui de al doilea este de 40 ori. Ieșirea amplificatorului se face din catodul etajului al doilea, realizîndu-se astfel și adaptarea cu impedanța de intrare a etajului de putere. Banda de frecvențe este cuprinsă între 30 ... 16 000 Hz cu o abatere de ± 3 dB, iar raportul semnal-zgomot este de 60 dB. Distorsiunile neliniare sînt 0,2%.

În figura 92, se prezintă schema unui amplificator cu două etaje cu o dublă triodă de tip ECC 808. Cu acest tub se obține pe lîngă

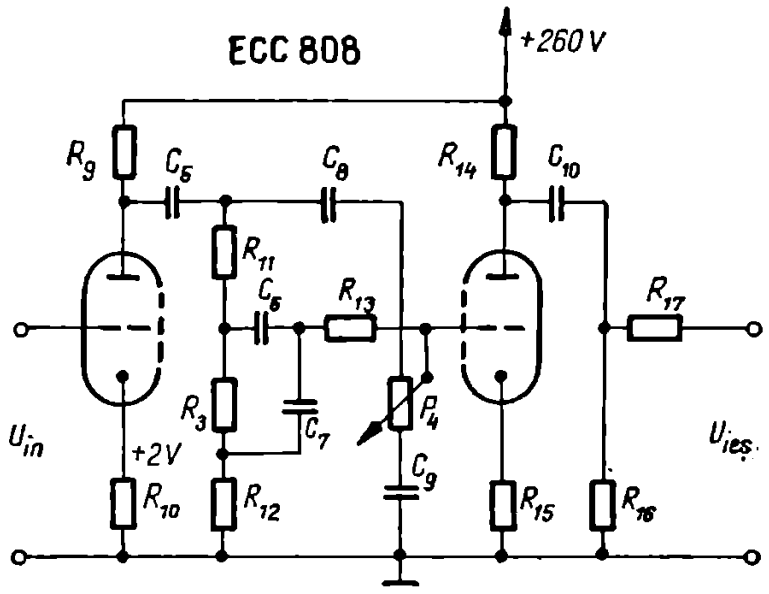


Figura 92 — Schema de principiu a unui amplificator de tensiune cu tubul ECC 808

o amplificare mare, un nivel de zgomot redus și distorsiuni mici. Sensibilitatea amplificatorului este de 150 mV. Amplificarea primului etaj este de 40 ori, iar a celui de al doilea etaj este de 60 ori. Banda de frecvențe este 10 ... 30 000 Hz cu o abatere de ± 2 dB. Cu nivelul tensiunii de intrare la maximum distorsiunile neliniare sînt sub 0,2%. Se prevede reglajul volumului cu ajutorul potențialului P_4.

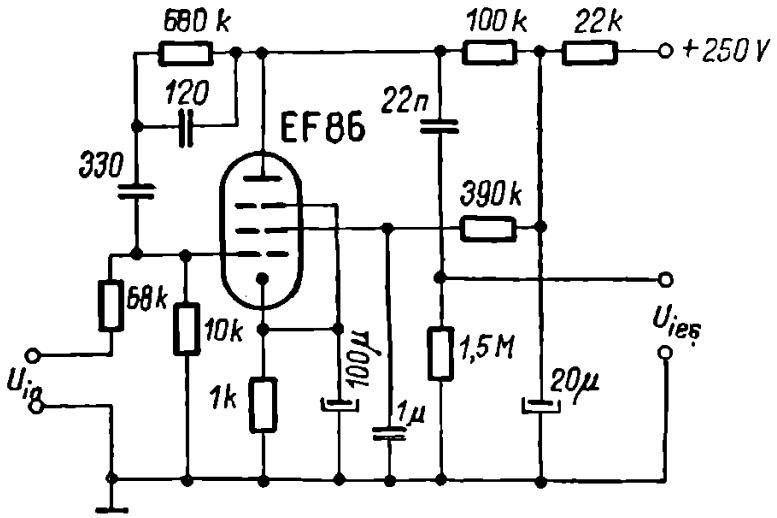


Figura 93 — Schema de principiu a unui amplificator de nivel mare, pentru doza cu cristal.

Încheiem paragraful cu privire la amplificatorul de tensiune cu tuburi electronice, prin prezentarea unui amplificator destinat dozelor de picup cu cristal. Corecția de frecvențe se realizează prin reacția negativă anod-grilă a tubului EF86. Amplificarea etajului este de 25 ori, la un nivel de intrare de 300 mV. În scopul reducerii distorsiunilor neliniare tensiunea anodică nu depășește 180 V. Banda de frecvențe este 20 ... 18 000 Hz cu ± 2 dB. Distorsiunile neliniare sînt sub 0,2%. Cu un filtraj și o ecranare corespunzătoare se obține un raport semnal-zgomot 60 ... 65 dB.

- **Amplificatoare de tensiune cu tranzistoare**

La realizarea amplificatoarelor de tensiune cu tranzistoare cerințele calitative impuse sînt mai ușoare decît în cazul preamplificatoarelor, unde pe lîngă zgomot redus și amplificare mare, etajele trebuie să aibe o funcționare cu distorsiuni neliniare mici. Cu tranzistoare uzuale de tip BC 107, BC 108, BC 109 se realizează scheme de amplificatoare cu performanțe deosebite.

În figura 94 se prezintă schema unui amplificator de tensiune cu două etaje. Pentru divizarea tensiunii de intrare s-a prevăzut potențiometrul P_1 de 50 kΩ. Cu ajutorul acestuia se înlătură posibilitatea de supraexcitare, deci de apariție a distorsiunilor neliniare. Sensibilitatea este de 100 mV și este posibilă o supraexcitație de

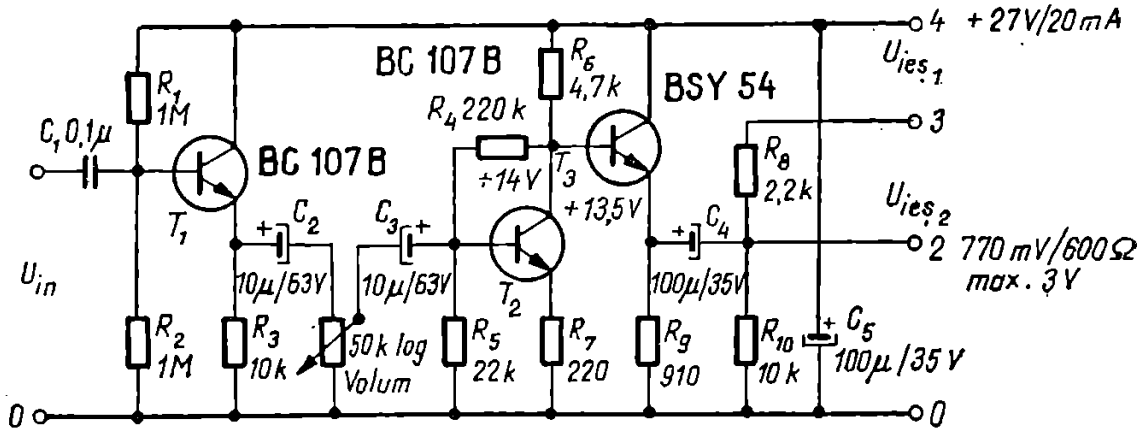


Figura 94 — Schema de principiu a unui amplificator de tensiune cu două etaje (T_1 este etaj preamplificator).

150 mV. Primul tranzistor de tip BC 107 B, are astfel ales, punctul de funcționare încît etajul să aibe nivelul zgomotului minim, pe lîngă amplificarea necesară (de cca 40 ori). Al doilea etaj este prevăzut cu tranzistorul BSY 54. La ieșire se obține o tensiune de 770 mV pe o impedanță de 600 Ω. Banda de frecvențe a amplificatorului este de 20 ... 20 000 Hz cu o abatere de $\pm$0,5 dB, distorsiunile neliniare de 0,3% și un raport semnal-zgomot de 70 dB.

Schema amplificatorului prezentat în figura 95, conține tot două etaje, cu tranzistoarele BC 107 B. La intrarea în amplificator se aplică tensiunea de 100 mV, dar este posibilă o supraexcitație de pînă la 200 mV, fără creșterea distorsiunilor neliniare. Amplificarea primului etaj este relativ mică, de cca 25 ori. Semnalul se aplică la intrarea etajului al doilea după cursorul potențiometrului de reglaj al volumului P_3. Amplificarea acestui etaj este de cca 50 ori.. Nivelul tensiunii de ieșire este de 770 mV, dar prin utilizarea unui divizor de tensiune, se poate lua și 300 mV. Banda de frecvențe este de 20 ... 20 000 Hz cu $\pm$0,5 dB, raportul semnal-zgomot este 75 dB, distorsiunile neliniare de 0,2%. Impedanța de intrare este de 100 kΩ, iar cea de ieșire de 18 kΩ.

În schemele prezentate există suficientă rezervă de amplificare, astfel încît la intrarea în amplificatoare să se poată conecta circuite de reglaj a tonalității. (Prezentarea circuitelor de reglaj a tonului o vom face în paragraful 1.2.6.).

- **Amplificatoare de tensiune cu circuite integrate**

Amplificatoarele de tensiune realizate cu circuite integrate uzuale au performanțe medii în ceea ce privește nivelul zgomotului. Din această cauză ele se folosesc cu rezultate foarte bune pentru amplificatoare de calitate medie și nu sînt utilizabile pentru amplificatoare speciale Hi-Fi.

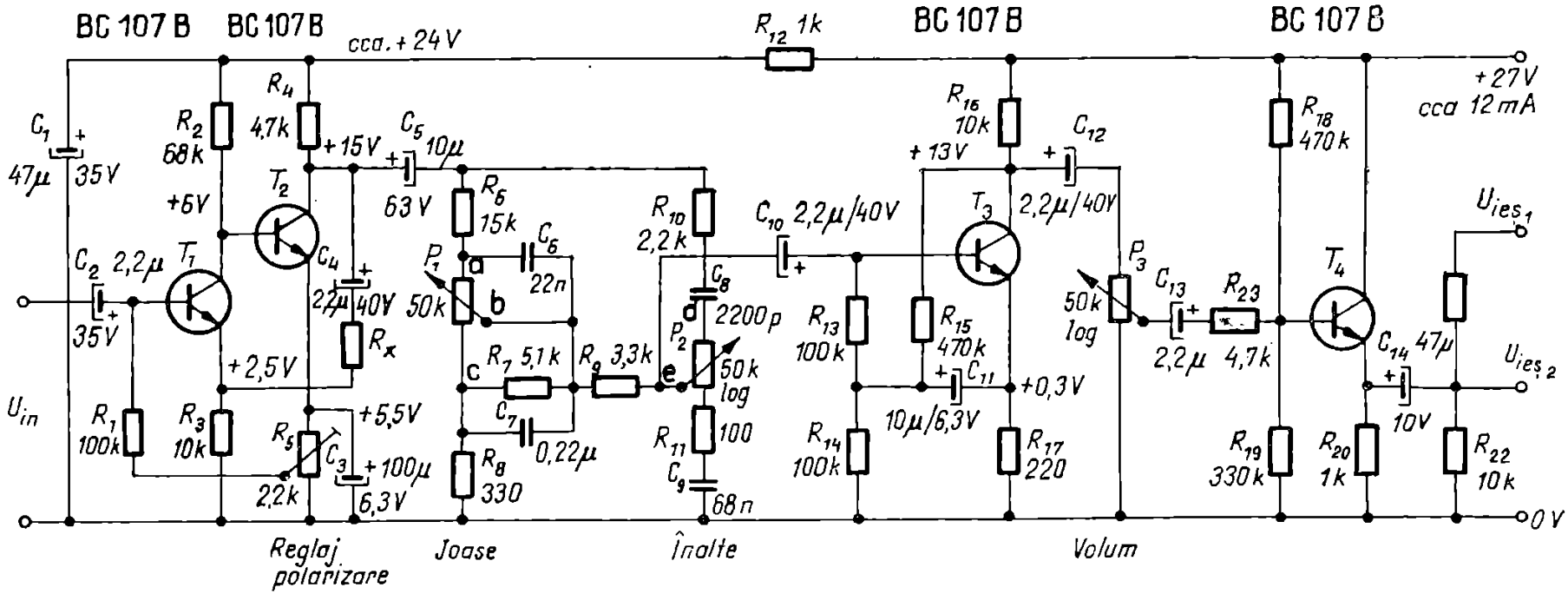


Figura 95 — Schema de principiu a unui amplificator de tensiune cu două etaje cu tranzistoare BC 107 B (se prezintă și preamplificatorul T_1—T_2 și corectorul de tonalitate).

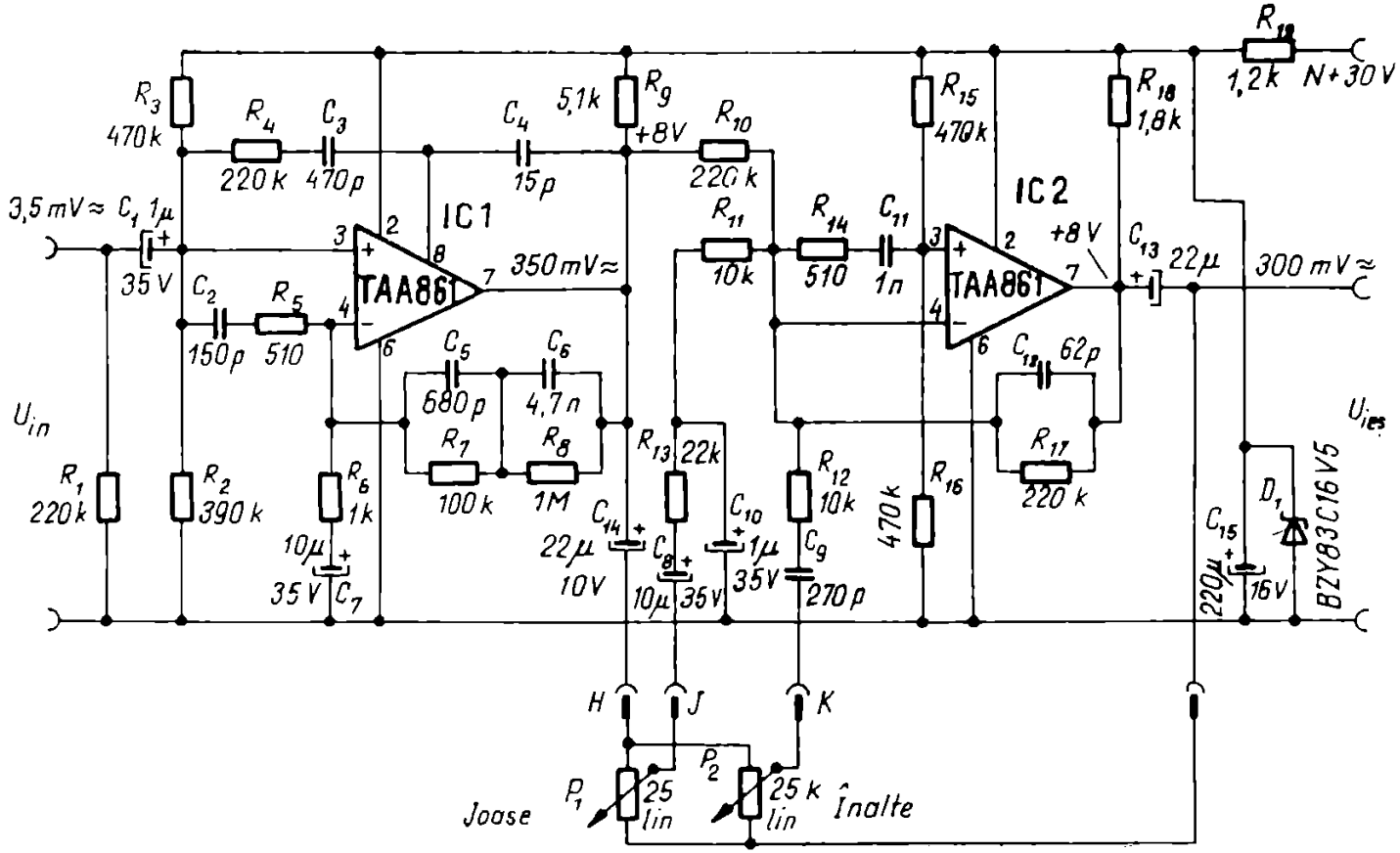


Figura 96 — Schema de principiu a unui amplificator de nivel mare cu un amplificator operațional (se prezintă și preamplificatorul cu corectorul de tonalitate).

Aceste amplificatoare prezintă avantajul calității elementelor de circuit integrat. Deasemenea, schemele conțin un număr redus de elemente discrete, ceea ce conferă o bună siguranță în funcționare.

În figura 96 prezentăm schema de conexiuni a unui amplificator de tensiune cu circuitul integrat TAA 861. Sensibilitatea la intrarea în amplificator (IC_2) este de 300 mV pe o impedanță de intrare de 50 kΩ. Valoarea maximă a tensiunii de ieșire este de 2 V pe impedanța de 10 kΩ, cu distorsiuni de 0,4% și raportul semnal-zgomot 50 dB.

Tensiunea de alimentare a amplificatorului este de 30 V iar consumul este de 12 mA. Capsula circuitului integrat TAA 861 conține 8 tranzistoare cu siliciu. Schema de conexiuni a circuitului este prezentată în figura 97.

Pentru obținerea parametrilor calitativi mai ridicați se fabrică circuite integrate speciale. Ca exemplu, se prezintă în figura 98, schema circuitului integrat MC 1303, fabricat de firma Motorola, care este un amplificator dublu (stereo). Același circuit integrat îl fabrică și firma National cu indicativul LM 1303. Schema preamplificatorului conține două etaje amplificatoare diferențiale iar, la ieșire un etaj Darlington complementar. Amplificatorul stereo integrat, deși în aceeași capsulă, prezintă atenuare de diafonie foarte bună: 70 dB la 10 kHz, respectiv 50 dB la 1 kHz. La o alimentare cu 15 V amplificarea pe canal este de 80 dB, sensibilitatea este de 2×100 mV, iar distorsiunile sînt de 0,5%. Tensiunea maximă utilă

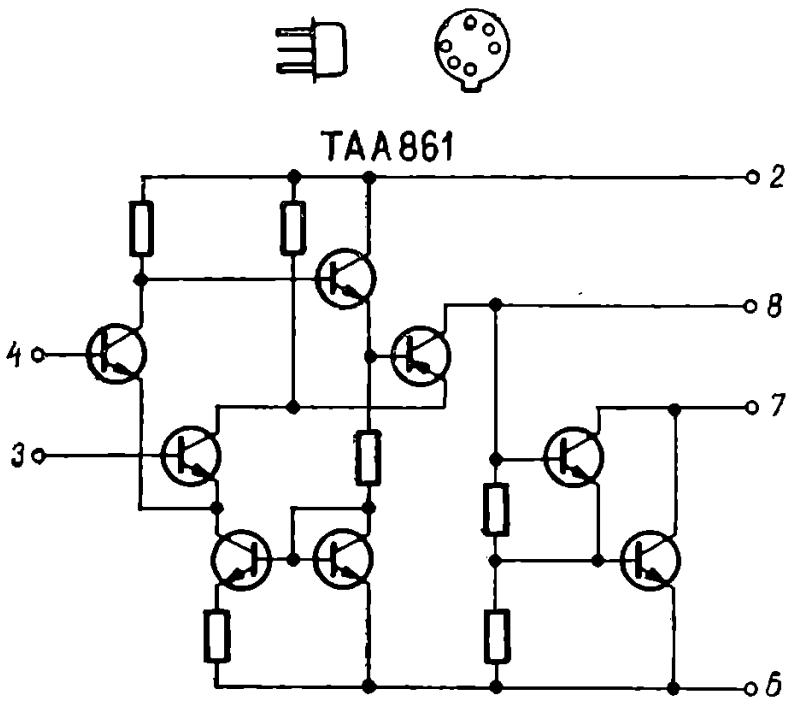


Figura 97 — Schema de principiu a amplificatorului operațional TAA 861.

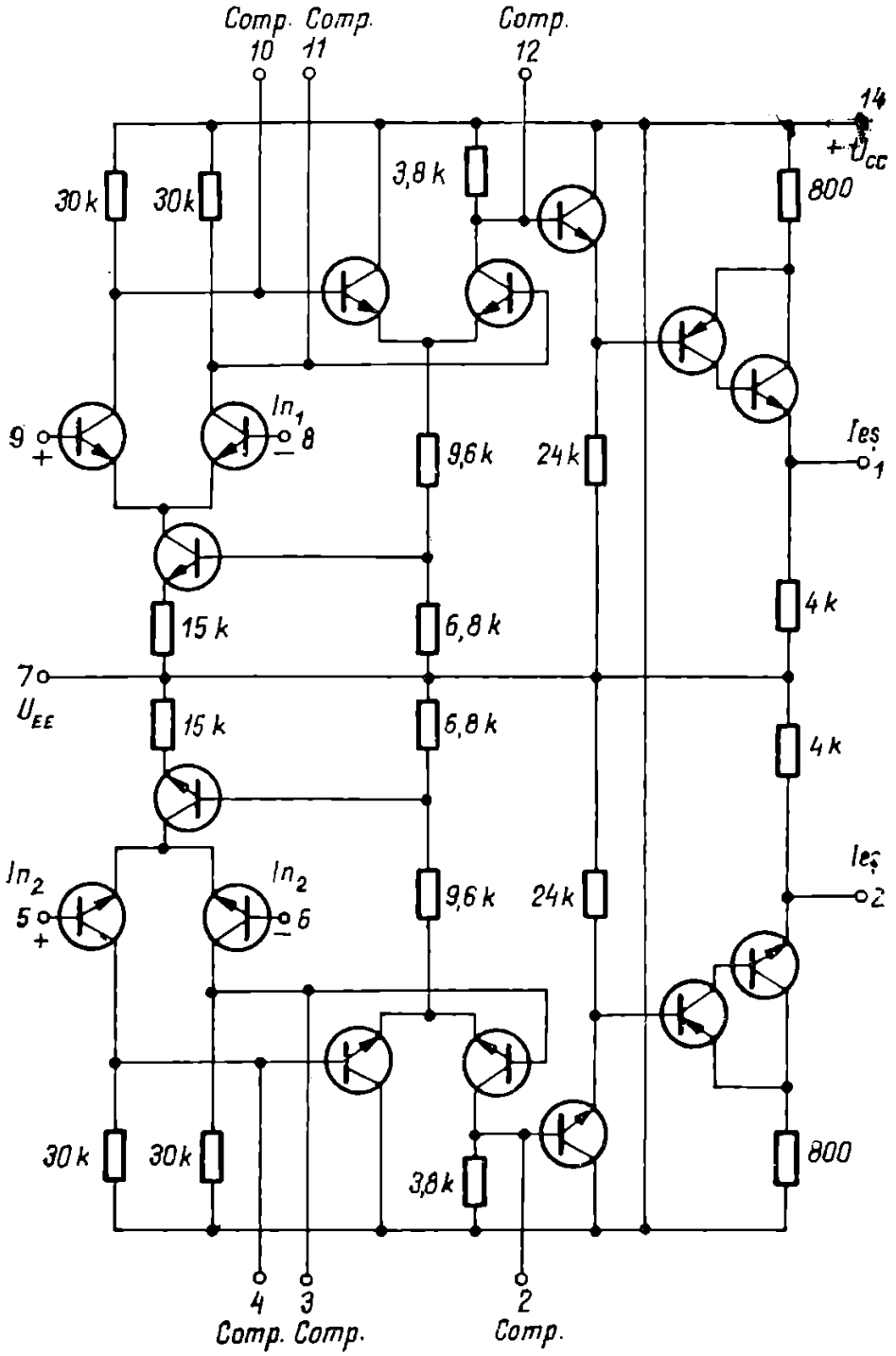


Figura 98 — Schema de principiu a amplificatorului cu circuite integrate stereo, (tip LM 1303 sau MC 1303).

de ieşire este de 5 V, banda de frecvenţe este cuprinsă între 10 ... 20 000 Hz cu abatere de ± 1 dB. Raportul semnal-zgomot, cînd la intrare se aplică un semnal de 10 mV, este mai bun de 70 dB.

Uneori amplificatoarele de tensiune, îndeplinesc cerinţe deosebite. În cele ce urmează, cu privire la aceasta vom prezenta un

exemplu. În numeroase cazuri, în sistemele Hi-Fi actuale, sînt utilizate incinte acustice de volum redus, ce conțin difuzoare care au suportul membranei deosebit de elastic. Deși teoretic, aceste incinte (boxe) trebuie să redea oscilațiile acustice cu frecvența de 25 ... 30 Hz, practic față de incintele de format mai mare și care conțin difuzoare cu diametrul membranei mai mare, se constată o scădere semnificativă a redării acestor frecvențe. Pentru compensarea aces-

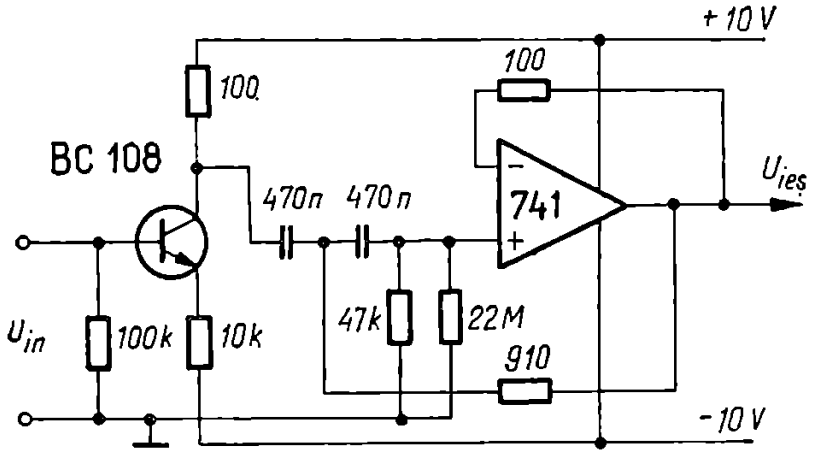


Figura 99 — Schema de principiu a unui amplificator cu etaj de intrare cu tranzistor, cu corector ridicător pentru frecvențe joase și circuitul integrat μA 741.

tui neajuns al boxelor de dimensiuni reduse, se prevăd în amplificatoarele de tensiune corecții ale frecvențelor joase. Adică, prin ridicarea caracteristicii de frecvență, la joase, în amplificator, se vor compensa pierderile boxei în acest domeniu.

În figura 99 se prezintă schema de conexiuni a unui amplificator, avînd etajul de intrare tranzistorizat și un etaj cu circuit integrat de tip μA 741. Circuitul de corecție, cu care este prevăzut amplificatorul, determină o creștere de 9 dB la 55 Hz, respectiv de 14 dB la 40 Hz. Corecția nu afectează caracteristica de frecvență la frecvențe peste 300 Hz. Astfel, caracteristica de frecvențe este liniară cu ± 1 dB între 300 ... 20 000 Hz. Raportul semnal-zgomot, la un nivel de intrare de 100 mV, este de 70 dB, iar distorsiunile neliniare de 0,1%.

1.2.6. CORECTOARE DE TONALITATE

Din punctul de vedere al electroacusticii moderne rolul corectoarelor de ton nu este în primul rînd de a reduce (tăia) o anumită bandă de frecvențe din spectrul frecvențelor transmise, ci acela de a favoriza (ridica) banda frecvențelor respective, în raport cu celelalte. În practică însă, uneori, din cauza calității slabe a programe-

lor sonore, se utilizează corectoare care taie fie frecvențele joase, fie cele înalte. Asemenea corectoare în tehnica Hi-Fi nu sînt admisibile.

Cerințele ce se impun corectoarelor de tonalitate depind pe de o parte de condițiile obiective în care se face audiția, iar pe de altă parte de factorul subiectiv, al auditoriului, care în multe cazuri preferă un reglaj nu tocmai corect, care nu conferă calitatea cea mai bună programului sonor.

Deoarece cantitativ mărimea reglajului tonalității nu se poate reglementa cu ajutorul diferitelor norme tehnice, care ar trebui să fie general valabile, vom descrie numai principiile de bază și unele concluzii experimentale.

Audierea programelor muzicale înregistrate și a celor retransmise, în condițiile calitative respective ale lanțului de transmisie, față de „sunetul" programelor în direct (pe viu), creează ascultătorului senzația subiectivă, că dinamica programului sonor respectiv este modificată.

Ameliorarea acestui efect, nedorit, se poate face cel mai ușor cu ajutorul corecției de tonalitate.

Din punct de vedere fiziologic banda frecvențelor audibile, se poate împărți în trei domenii de frecvențe distincte. Primul este domeniul frecvențelor joase care se întinde de la frecvențele cele mai joase audibile (20 Hz) pînă în jurul frecvențelor 150 ... 200 Hz. Al doilea, este domeniul frecvențelor medii, situat între frecvențele de 1 000 ... 5 000 Hz. Al treilea, este domeniul frecvențelor înalte situat între 8 000 ... 20 000 Hz. Sunetele a căror frecvență este cuprinsă între cele trei domenii, se numesc sunete tranziționale.

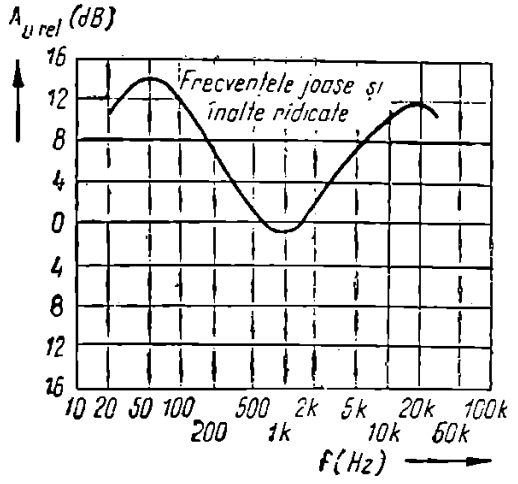
Astfel și corectoarele de ton vor fi destinate fie la ridicarea, fie la tăierea, acestor trei domenii de frecvențe. Din punct de vedere al tehnicii amplificării, corectoarele de ton se pot deosebi după:

a) destinație;

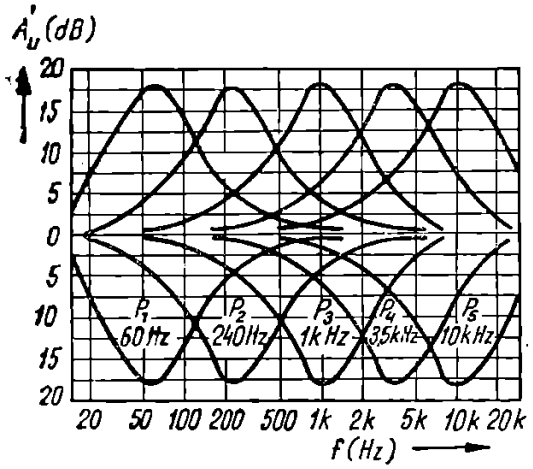
b) tipul circuitelor.

După destinație distingem corectoare: care ridică un anumit domeniu al frecvențelor, care taie un anumit domeniu și selective. Rolul corectoarelor ridicătoare este acela de a favoriza, de a ridica pînă la un nivel stabilit semnalele de frecvențe cuprinse într-un anumit domeniu, de exemplu corector ridicător la frecvențe joase, sau la frecvențe medii, sau la frecvențe înalte. Corectorul care taie acționează invers, reduce pînă la un anumit nivel stabilit, semnalele ce aparțin unui anumit domeniu, de exemplu la frecvențe înalte, la frecvențe joase sau la frecvențe medii.

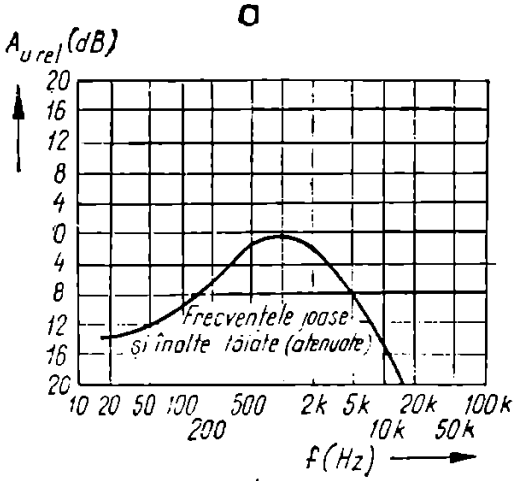
Corectorul selectiv servește la reglajul simultan al tonalității și nivelului sonor, permițînd a se obține corecții teoretic nelimitate în toată banda audio. Banda de frecvențe transmisă, este împărțită de către amplificatoare selective în mai multe zone.



a



c



b

Figura 100 — Curbele caracteristice de frecvență ale corectoarelor de ton. *a*) Ridicătoare în anumite domenii de frecvențe; *b*) Atenuatoare în anumite domenii de frecvențe; *c*) Selective.

Semnalele de frecvență corespunzătoare zonelor respective pot fi corectate (ridicate, tăiate) independent, obținîndu-se în final corecția globală dorită.

În practică se utilizează asemenea corectoare selective, care împart banda audio în cel puțin cinci zone. Cum ar fi: 30 ... 100 Hz; 100 ... 400 Hz; 400 ... 1 500 Hz; 1 500 ... 4 000 Hz; 4 000 ... 15 000 Hz.

Specific tuturor corectoarelor de ton, este că în domeniul de acționare nu se obține un reglaj liniar, ci după o curbă cu o pantă ce se raportează la o anumită frecvență distinctivă. Din acest motiv, fabricile producătoare fac specificația valorii, ridicării sau tăierii, în dB la frecvențele distinctive, pe care corectoarele de ton le pot realiza.

— După *tipul circuitelor utilizate* distingem: corectoare cu circuite pasive și corectoare cu circuite active.

Corectorul cu circuite pasive nu conține dispozitive de amplificare, prin urmare, din principiu el este un corector care taie (atenuează). În practică, dacă despre un corector pasiv se spune că ri-

dică banda frecvențelor cuprinse între $x \cdot y$, aceasta trebuie interpretată ca o slăbire (atenuare) a frecvențelor din afara benzii precizate.

Schemele corectoarelor active, conțin și dispozitive electronice amplificatoare, prin urmare se poate obține atît slăbirea cît și amplificarea semnalelor într-un domeniu de frecvențe dat. Cu acest tip de corector, se poate efectua ridicarea unui domeniu de frecvențe dat, fără ca restul benzii de frecvențe să fie afectat de acțiunea sa.

În general, corectoarele de ton active sînt componente ale amplificatoarelor de tensiune, de nivel mai ridicat și determină prin acțiunea lor modificarea caracteristicii de frecvență ale acestor etaje.

• **Corectoare de ton pasive**

Corectoarele de ton pasive, care sînt formate din elemente de circuit, a căror mărime depinde de frecvență, sînt utilizate în cazul în care nivelul semnalelor este suficient de mare. În corector, prin acționarea elementului de reglaj, ori modificăm factorul de divizare, care este dependent de frecvență, ori mutăm parțial divizorul respectiv.

Corectorul de ton pasiv are o schemă simplă și cu ajutorul elementelor de reglaj se poate modifica în bune condițiuni caracteristica de frecvență. Mărimea „ridicării" domeniului de frecvențe dorit, se raportează la frecvențele din mijlocul benzii, și este echivalentă cu tăierea (atenuarea) acestor frecvențe (din mijlocul benzii). Adică, semnalele ridicate sînt de fapt de nivel inițial, iar semnalul din mijlocul benzii este tăiat (atenuat) corespunzător. Aceasta înseamnă că tăierea (atenuarea) corectorului de ton, la frecvențele din mijlocul benzii este egală cu mărimea corecției respective.

Prin urmare, dacă vom folosi un corector pasiv, care la capetele benzii audio — de exemplu — la 40 Hz și 16 000 Hz, ridică cca 18 dB, atunci el va fi format din asemenea elemente *RC* care la 1 kHz vor introduce o atenuare de 18 dB, dar și cu posibilitatea de a realiza (prin reglaj) o caracteristică de frecvență liniară. Se constată astfel două dezavantaje: pe de o parte semnalele ce trec prin corector trebuie din nou amplificate, iar pe de altă parte, datorită scăderii considerabile a nivelului semnalelor, prin procesul de reamplificare se diminuează raportul semnal-zgomot.

Deci, la utilizarea corectoarelor de ton pasive trebuie să se țină seama de două considerente. În primul rînd, corectorul se conectează între amplificatorul de tensiune, la care se prevede o anumită rezervă de amplificare, și etajul de putere. În al doilea rînd prin utilizarea corectorului pasiv, raportul semnal-zgomot se va micșora.

Corectorul de ton prezentat în figura 101, realizează o caracteristică de frecvență denumită uneori tip „fluture". Ridicarea sem-

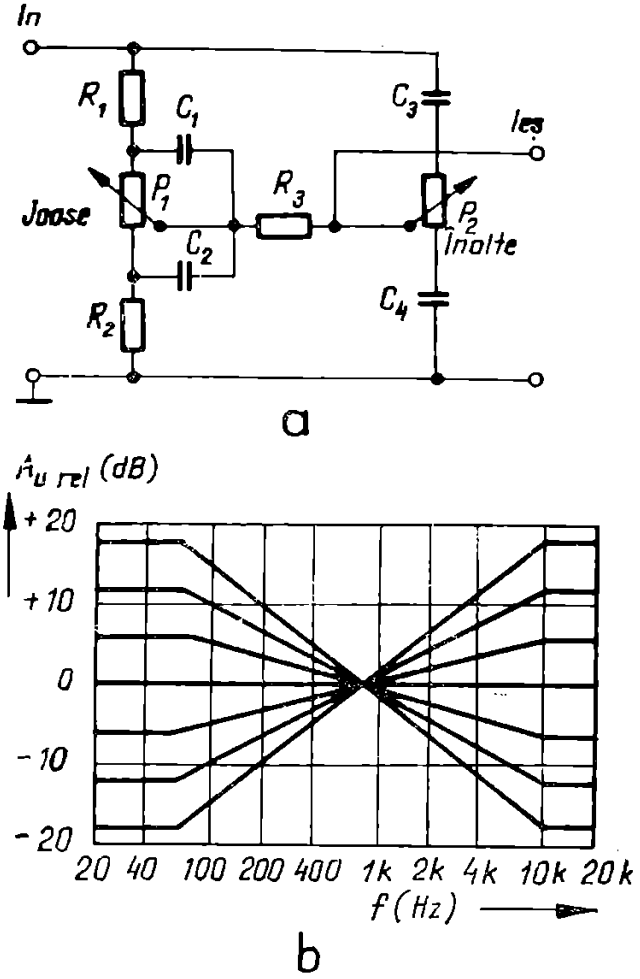


Figura 101 — *a*) Schema corectorului de ton, cu circuite pasive, b) Curbele caracteristicii de frecvență.

nalelor atît în domeniul frecvențelor joase, cît și la cele înalte se produce prin atenuarea (tăierea) frecvențelor medii, realizîndu-se un reglaj de $\pm 12 \ldots 16$ dB. Valori mai mari, a limitei de reglaj (ridicarea sau tăierea) se pot obține cu circuite formate din mai multe elemente *RC*, caz în care pierderile globale ale corectorului sînt foarte mari. Reglajul continuu, în corectorul de ton, se efectuează cu două potențiometre liniare. La frecvențele joase, punctul de inflexiune, al reglajului este la 80 Hz, iar la cele înalte la 10 kHz. Caracteristica de frecvență liniară, ce trebuie să se obțină în poziție mediană a potențiometrelor, este influențată de toleranța valorii elementelor de circuit. În practică se obține o abatere a caracteristicii în jurul valorii de ± 3 dB. Din principiu, corectorul pasiv introduce o atenuare, care trebuie luată în considerare în cazul conectării la amplificatorul de putere. De exemplu, dacă corectorul se conectează la ieșirea amplificatorului de tensiune, unde semnalul este de 500 mV, la ieșirea din corector semnalul va fi de 450 mV, în poziție caracteristică liniară, iar poziția ridicare sau tăiere maximă, semnalul scade la 300 mV.*

* (N.T. — Evident valorile se referă la semnalele din domeniul frecvențelor medii 1 kHz).

• **Corectoare de ton active, cu tuburi electronice**

Corectoarele de ton cu tuburi electronice, sînt practic amplificatoare de tensiune, a căror caracteristică de frecvență este dependentă de poziția elementelor de reglaj. În cadrul lanțului de amplificare locul corectoarelor de ton, este acolo unde nivelul semnalului este de 100 ... 500 mV. În poziție cu corectoarele de ton pasive, în acest caz nu se mai produce o scădere a amplificării și nu se deteriorează considerabil, raportul semnal-zgomot.

Cea mai simplă schemă de corector de ton este realizată cu o dublă triodă. Astfel este suficient un singur tub electronic pentru realizarea a două etaje de amplificare, între care se conectează elementele *RC*, necesare reglajului tonalității.

În figura 102 se prezintă schema unui corector de ton cu tubul ECC 83. Impedanța de intrare a etajului este de cca 1 MΩ. Pe grila primei triode se aplică un semnal de 100 ... 500 mV. Rezistența de sarcină (din anod) a primului etaj, fiind mică, de 5 kΩ, amplificarea este mică, de cca 20 ori. Semnalul obținut pe anoda primei triode se aplică grupului complex de corecție *RC*. Cu potențiometrul P_4 se reglează frecvențele joase, iar cu potențiometrul P_5 frecvențele înalte. În poziția mijlocie a cursoarelor potențiometrelor P_4 și P_5, caracteristica de frecvență este aproape liniară, cu o abatere de +4 dB în banda 40 ... 16 000 Hz.

Se obține o ridicare de +16 dB la frecvențele joase, la 80 Hz, respectiv o ridicare la frecvențe înalte de + 14 dB la 12 kHz. De

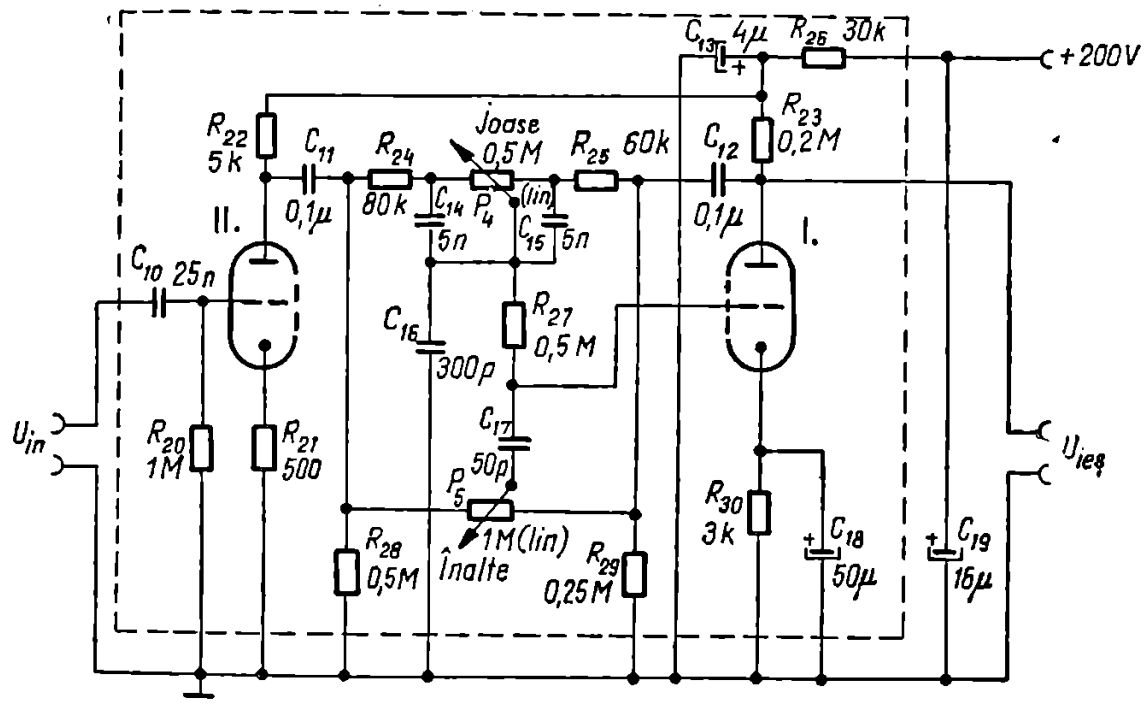


Figura 102 — Schema de principiu a unui corector de ton, cu tubul electronic ECC 83.

asemenea, se realizează tăierea frecvențelor respective, la aceleași valori. Se poate observa, din schema prezentată, că de fapt corectorul de ton este alcătuit din circuitul de corecție pasiv de tip „fluture", conectat între cele două etaje de amplificare. Semnalul, deja corectat, ajunge pe grila triodei din etajul al doilea, este amplificat corespunzător, compensîndu-se astfel pierderile (atenuarea) datorită elementelor RC. Amplificarea globală a corectorului este aproximativ unitară, astfel raportul semnal-zgomot rămîne aproape același.

- **Corectoare de ton active cu tranzistoare**

Principiul corectoarelor de ton cu tranzistoare, este asemănător celui cu tuburi electronice; un circuit de reglaj complex, alcătuit din elemente *RC*, se conectează în lanț cu unul sau două etaje de amplificare, care compensează pierderile (atenuarea) semnalelor pe elementele de reglaj *RC*.

Spre exemplificare, prezentăm în figura 103 schema unui corector de ton cu tranzistor. (N.T. — În schema prezentată în figura 103, tranzistorul este în montaj colector comun, adică repetor pe emiter, amplificarea în tensiune a etajului este subunitară, aproape unitară.)

Unicul etaj de amplificare este prevăzut cu tranzistorul cu siliciu BC 109 B de zgomot mic. Impedanța de intrare este de 120 kΩ iar sensibilitatea de 250 mV. Reglajul la frecvențe înalte, la 15 kHz,

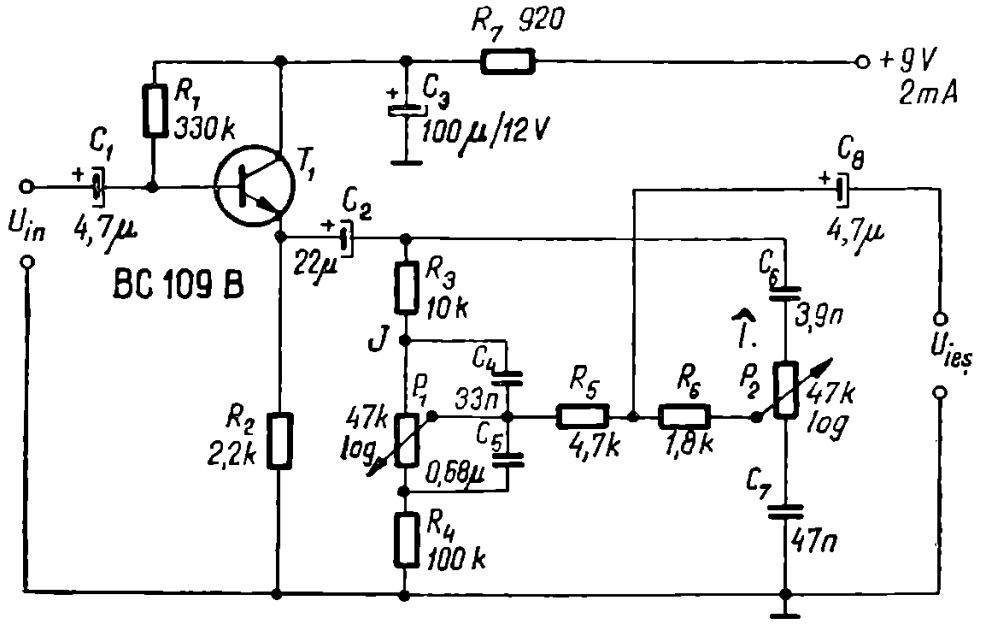


Figura 103 — Schema de principiu a unui corector de ton cu un etaj cu tranzistorul BC 109 B.

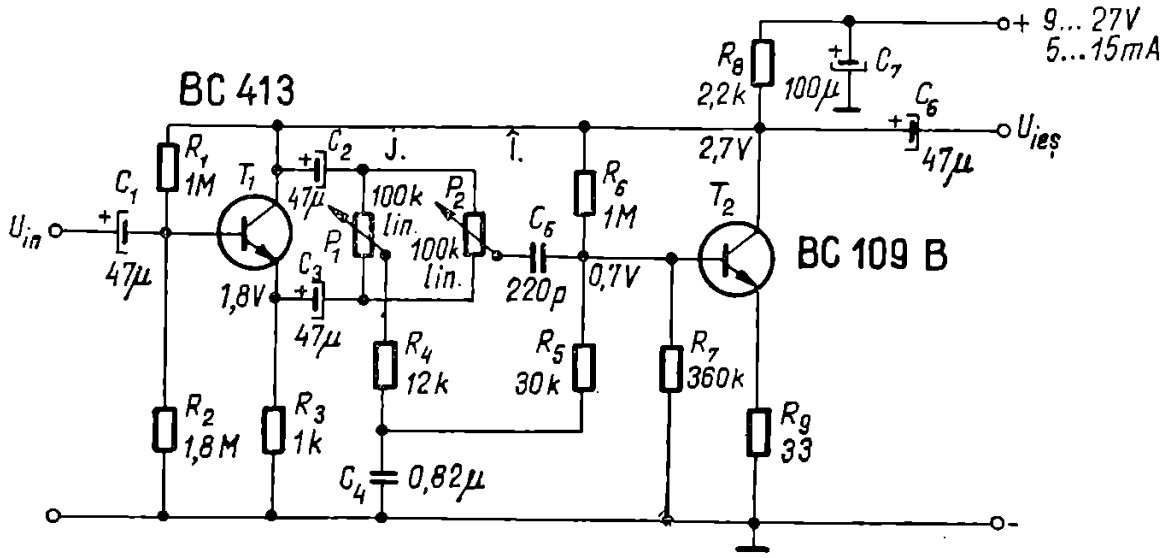


Figura 104 — Schema de principiu a unui corector de ton cu două etaje cu ieșirea în „antifază".

este de +12 . . . —18 dB, iar la frecvențe joase, la 30 Hz, de asemenea de +12 . . . —18 dB. În poziția mijlocie a cursoarelor potențiometrelor, banda de frecvențe este liniară de 40 . . . 20 000 Hz cu o abatere de +1 dB. Raportul semnal-zgomot obținut este de 65 dB. Schema rețelei complexe a corectorului, determină în timpul reglajului, o caracteristică de frecvențe de tip „fluture".

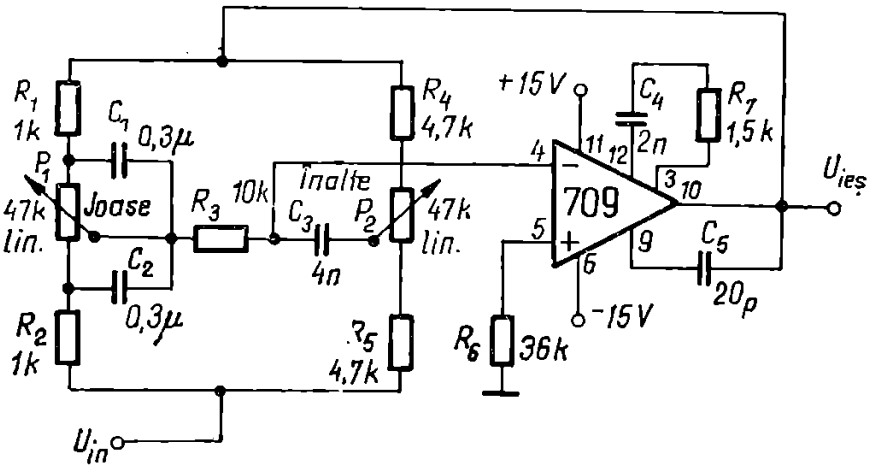
În figura 104 se prezintă schema corectorului de ton cu două etaje, cu ieșirea așa numită în „antifază". Sensibilitatea este de 500 mV pe impedanța de intrare de 330 kΩ. Tranzistorul din etajul de intrare BC 413, se poate înlocui cu tipul BC 109 B. Tensiunea de alimentare minimă poate fi 9 V, dar pentru raportul semnal-zgomot optim, se recomandă 12 . . . 24 V. În acest caz, raportul semnal-zgomot este de 75 dB, iar banda de frecvențe este liniară, cu o abatere de ±0,5 dB între 30 . . . 20 000 Hz, acestea în poziția mediană a cursoarelor potențiometrelor.

Reglajul maxim atît la frecvențe înalte cît și la cele joase, este de ±12 dB. În etajul al doilea se poate utiliza un tranzistor de tipul BC 413 sau BC 109 B.

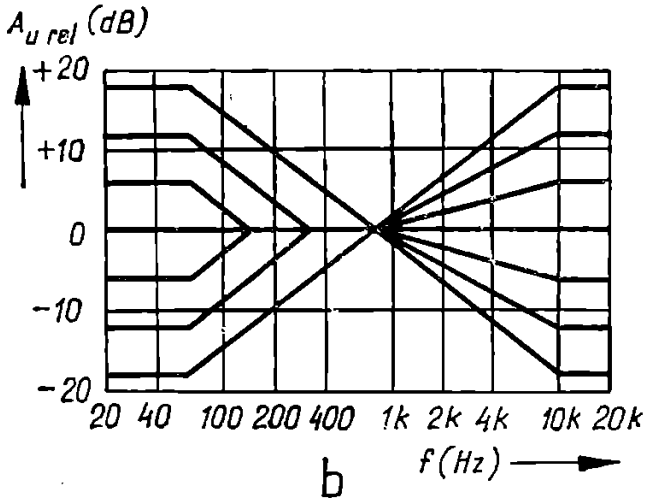
- **Corectoare de ton active cu circuite integrate**

În corectoarele de ton active, se poate modifica caracteristica de frecvență, în forme variate, în funcție de variația corespunzătoare a raportului impedanțelor elementelor de circuit. Corectoarele de ton, clasice, cu elemente *RC* și cu caracteristică de frecvență de tip „fluture", au fost modificate în 1952 de către P. J. Baxandall, iar acestea s-au extins azi și în tehnica Hi-Fi.

Modificarea esențială la corectoarele de ton Baxandall este aceea că circuitele de reglaj sînt conectate într-o buclă de reacție negativă. Astfel, corectorul de ton lucrează ca un filtru activ, coeficientul de reacție fiind funcție de impedanța elementelor de reglaj, se poate obține astfel o caracteristică de frecvență reglabilă. Caracteristica de frecvență, ce rezultă este asemănătoare tipului „fluture", cu deosebirea că în cazul reglajului în domeniul frecvențelor joase, atît la ridicarea cît și la tăierea acestora, frecvența de unde începe modificarea caracteristicii, se va schimba (vezi figura 105, *b*), în raport cu frecvența de referință. Acest tip de corector se poate realiza cu tuburi electronice și cu tranzistoare. Sînt, azi, preferate montajele cu amplificatoare operaționale integrate. În figura 105 se prezintă schema unui asemenea montaj. Corectorul de ton, realizat cu amplificatorul operațional integrat μA 709, are distorsiuni foarte mici și poate funcționa cu nivel mare de ieșire. Chiar la un nivel de ieșire de 6 . . . 8 V distorsiunile neliniare sînt în jur de 1%. La nivelul de intrare de 200 mV (pe impedanța



a



b

Figura 105 — *a*) Schemă de principiu a unui corector de ton cu circuitul integrat tip 709; *b*) Curbele caracteristice de frecvențe.

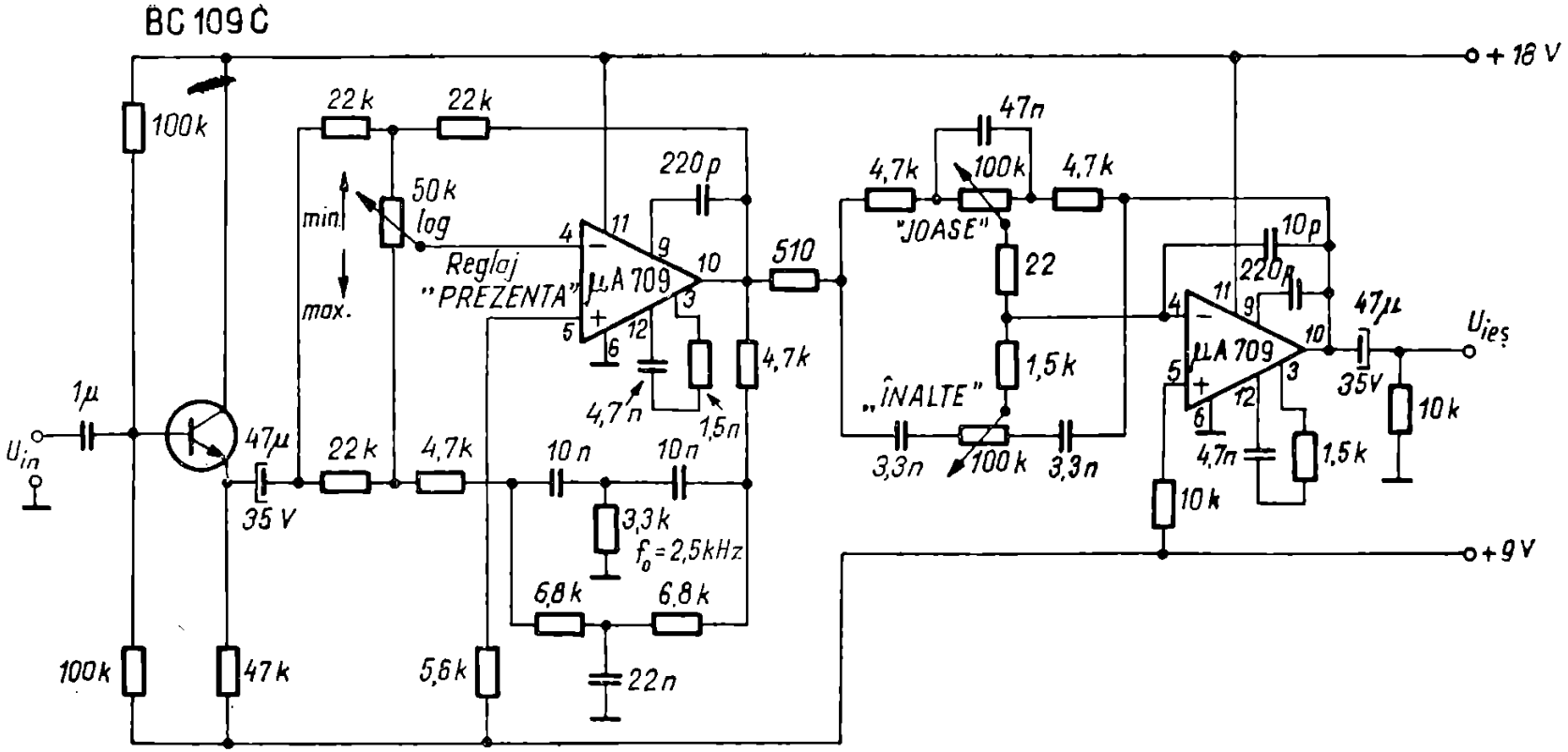


Figura 106 — Schema de principiu a unui corector de ton cu două circuite integrate, cu filtru de „prezență" și corector tip Baxandall.

de intrare de 18 kΩ), nivelul de ieșire este de 1 V, iar distorsiunile sînt mai mici de 0,2%. Reglajul maxim la frecvențele joase, de 20 Hz, este de 20 dB și la 18 kHz de ±16 dB. În poziția mediană a reglajelor, caracteristica de frecvență este liniară cu o abatere de ±1 dB în banda de 20 ... 20 000 Hz.

În figura 106 se prezintă schema unui corector de ton cu două circuite integrate. Această schemă cu două circuite de tip μA 709, în afara corecției la frecvențe înalte sau joase, realizează reglajul și în domeniul frecvențelor medii, așa numita corecție de „prezență".

Cu ajutorul potențiometrului de reglaj din corecția de „prezență" se poate modifica în mod continuu, nivelul semnalelor din jurul frecvenței de 2,5 kHz, în raport cu restul semnalelor din bandă.

Acțiunea acestei corecții este de cca 15 dB (la „ridicare") în raport cu caracteristica liniară.

Datorită faptului că în programele sonore ponderea o au componentele cu frecvențe mijlocii, ridicarea acestora determină creșterea relativă a intensității audiției și apare senzația de „prezență". Amplificarea primului etaj, cu potențiometrul în poziția de mijloc, este unitară, iar banda de frecvență este liniară între 20 ... 20 000 Hz, cu o abatere de ±0,5 dB.

Al doilea etaj, este un corector de tip Baxandall, care are domeniul de reglaj la frecvențe joase la 30 Hz de ±20 dB, iar la frecvențele înalte la 15 kHz de ±17 dB. Sensibilitatea, la intrarea în montaj, este de 700 mV cînd la ieșire se obține nivelul maxim de 8 V, pentru excitarea etajului de putere.

Etajul de intrare, cu tranzistorul BC 109 C, alimentat la +9 V, asigură un nivel de zgomot redus. Etajul corector de tip Baxandall este alimentat cu +18 V, asigurîndu-se cu μA 709 un nivel de zgomot redus. La acest montaj de corecție de ton, în trei domenii de frecvență, chiar la reglajele maxime, distorsiunile neliniare nu depășesc 0,5%.

1.2.7. AMPLIFICATOARE DE PUTERE

Independent de tipul dispozitivelor de amplificare, amplificatoarele de putere sau finale, ce primesc semnalele de la amplificatoarele de tensiune, se pot grupa după clasa de funcționare în:

— etaje finale în clasă *A*;
— etaje finale în clasă *B*;
— etaje finale în clasă *AB*.

Etajul final în clasă A este amplificatorul de putere asimetric, la care punctul de funcționare al dispozitivului amplificator se găsește în mijlocul porțiunii liniare a dreptei de sarcină. La aceste

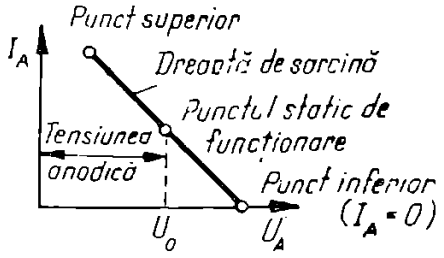


Figura 107 — Caracteristica dinamică în clasă A de amplificare

etaje distorsiunile neliniare sînt relativ mici; însă randamentul este mic (cca 50%). Astfel în cazul amplificatoarelor de mare putere, pierderile de energie sînt prea mari.

Etajul final în clasă B este amplificatorul de putere simetric (în contratimp), la care punctul de funcționare al dispozitivelor amplificatoare se află chiar în punctul de blocare (tăiere), astfel curentul anodic, respectiv de emiter, apare numai în semialternanța pozitivă a tensiunii de excitație. (N.T. — În cazul tranzistoarelor de tip PNP, curentul de emiter apare în semialternanța negativă.) Conectarea dispozitivelor de amplificare în montaje simetrice (în contratimp) duce la micșorarea distorsiunilor neliniare. Spre deosebire de etajele în clasă A, unde există curent continuu de repaus, la etajele în clasă B acest neajuns dispare. În etajul clasa B de funcționare, curentul absorbit în orice moment este dependent de valoarea tensiunii de excitație, adică puterea absorbită este proporțională cu puterea utilă de audiofrecvență.

Din acest motiv, randamentul etajelor în clasa B este de 70 ... 75%.

Etajul final în clasă AB este amplificatorul de putere în contratimp (simetric), care reunește avantajele etajelor în clasa *A* și clasă *B*. Punctul de funcționare se găsește pe catul inferior al caracteristicii de amplificare a dispozitivului. În cazul semnalelor de excitație cu nivel redus, etajul funcționează ca și în clasa *A*, la nivele mari ale excitației, funcționarea este similară clasei *B*. Randamentul etajelor în clasa AB este 60 ... 65%.

Rolul amplificatorului de putere este acela de a amplifica semnalul de intrare, de excitație, obținîndu-se la ieșire un nivel de

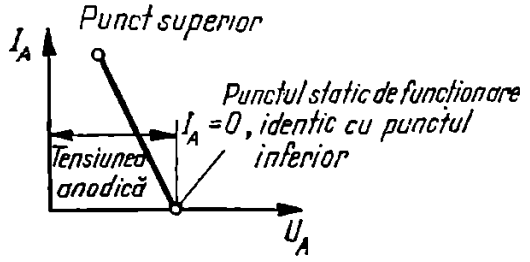


Figura 108 — Caracteristica dinamică în clasă B de amplificare.

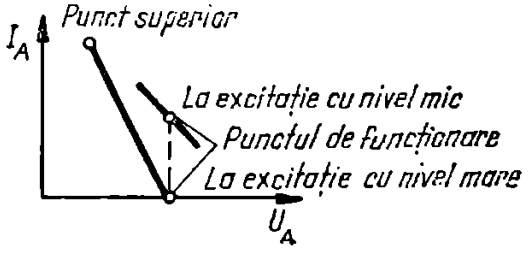


Figura 109 — Caracteristica dinamică în clasă AB de amplificare.

putere de audiofrecvență, corespunzător, ce se aplică difuzorului, sau sistemului electroacustic, realizîndu-se oscilații acustice audibile.

În funcție de tipul dispozitivului amplificator din etajele de putere distingem:

— etaje finale cu tuburi electronice;

— etaje finale cu tranzistoare;

— etaje finale cu circuite integrate.

Vom prezenta în cele ce urmează, spre exemplificare, cîteva scheme de etaje finale.

- **Etaje finale cu tuburi electronice**

Etajele finale cu tuburi electronice, utilizate pe scară largă pînă nu demult, în prezent sînt rar întîlnite. Deși, din punct de vedere al indicilor calitativi, un montaj cu tuburi electronice, corect realizat, nu este mai inferior decît montajele cu tranzistoare sau cu circuite integrate.

Schema unui amplificator de putere, în clasă *A*, cu două tuburi electronice este prezentată în figura 110. Montajul are trei etaje, dintre care două cu dubla triodă (ECC 83). Semnalul de intrare se culege după cursorul potențiometrului de 500 kΩ și se aplică grilei primei triode. Sensibilitatea amplificatorului este de 300 mV, cu supraexcitația de 1 V, fără pericolul creșterii prea mari a distorsiunilor. Tensiunea de negativare a grilei primei triode se obține pe

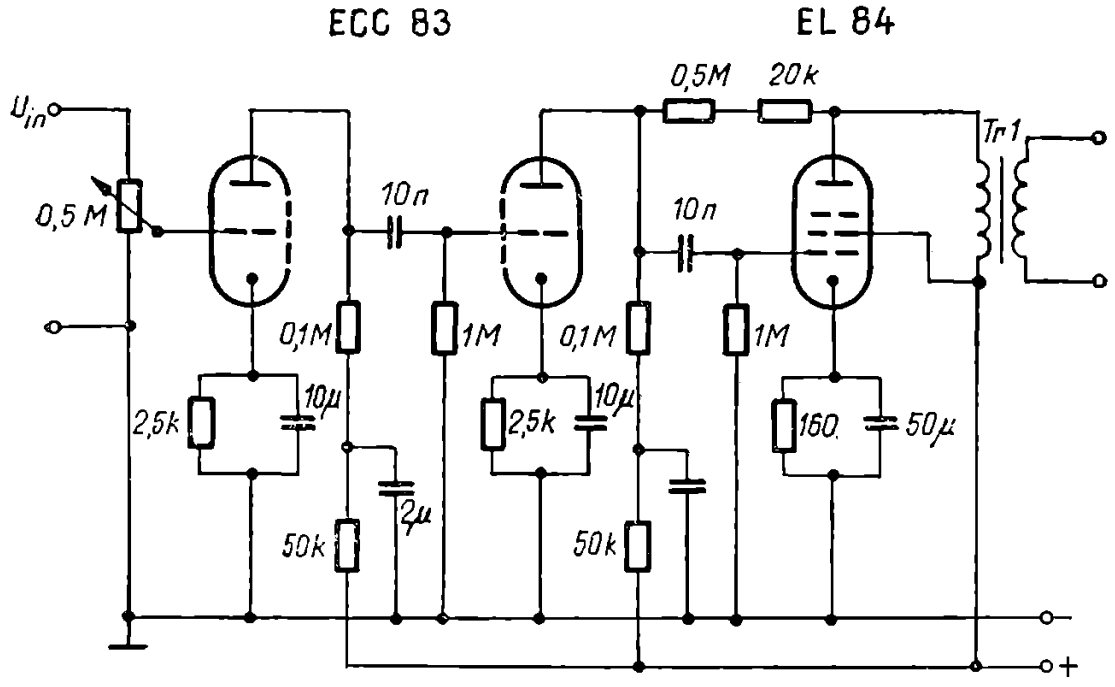


Figura 110 — Schema de principiu a unui amplificator de putere în clasă A, cu trei etaje.

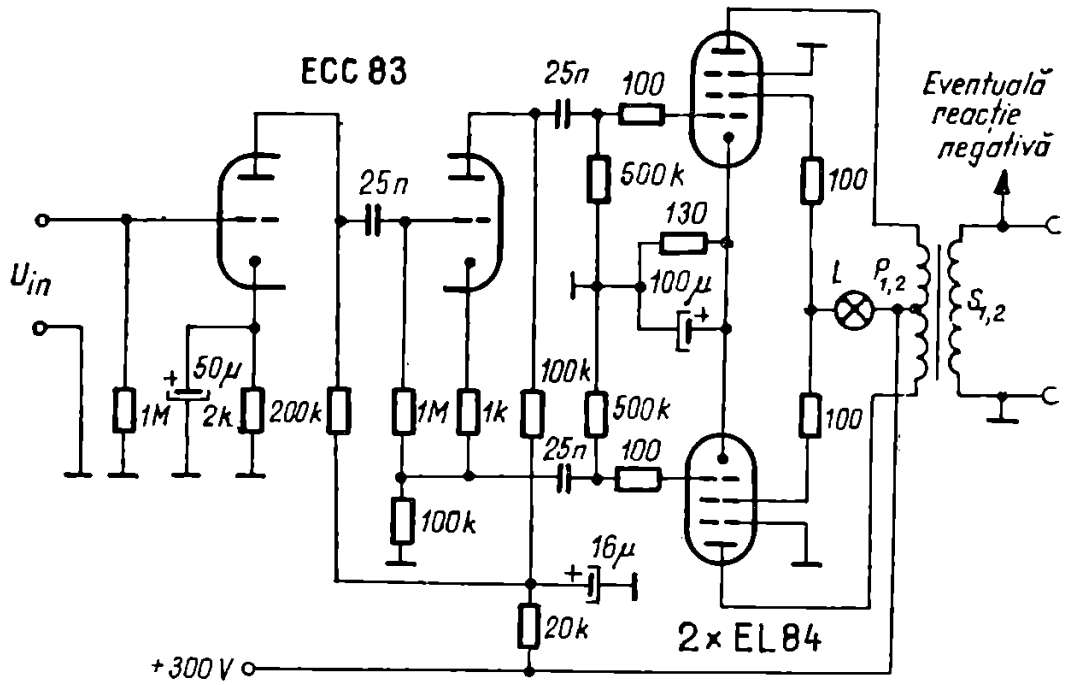


Figura 111 — Schema de principiu a unui amplificator de putere în clasă B, în contratimp.

rezistența de 2,5 kΩ din catodă. Pentru evitarea reacției negative, rezistența este decuplată cu condensatorul de 10 μF.

Semnalul amplificat de al doilea etaj echipat cu trioda a doua, este deja suficient pentru excitarea etajului final. Tubul EL 84 din etajul final se alimentează prin primarul transformatorului de ieșire. Prin rezistențele de 20 kΩ și 0,5 MΩ se ia o parte din semnalul de ieșire și se transmite anodului etajului anterior, se realizează, astfel, o reacție negativă, ce reduce cu cel puțin 3% distorsiunile neliniare. Astfel, la puterea utilă de ieșire de 3 W distorsiunile neliniare sînt de numai 2%.

Alimentînd montajul cu tensiunea anodică de 250 V și cea de filamente de 6,3 V, se obține o bandă de frecvențe de 40 . . . 14 000 Hz și un raport semnal-zgomot de 60 dB.

Amplificatorul de putere în clasă *B*, în montaj simetric (în contratimp) prezentat în figura 111, are o putere utilă sinusoidală de 12 W, cu distorsiuni neliniare de 1%. Cu reacție negativă, puterea scade la 10 W, dar distorsiunile devin doar 0,5%. Primele două etaje sînt prevăzute cu dubla triodă ECC 83 — tip uzual în amplificatoarele de audiofrecvență. Nivelul semnalului, ce trebuie aplicat la intrarea primului etaj, este de 500 mV. Catoda tubului în acest etaj este decuplată la masă. Etajul al doilea este un etaj inversor de fază, acest mod de lucru fiind necesar excitării în contratimp, adică cu semnale defazate cu 180° între ele, a grilelor etajului final.

Rezistența din circuitul catodei este egală cu rezistența de sarcină din circuitul anodic. Astfel, pe aceste rezistențe nivelul semnalelor sînt egale, semnalele fiind însă defazate cu 180°, defazaj necesar excitării în contratimp a celor două tuburi din etajul final. Rezistența comună de 130 Ω din circuitul catodic al tuburilor finale, este decuplată cu un condensator electrolitic de 200 μF.

În circuitul grilelor tuburilor de putere se conectează cîte o rezistență de 100 Ω, care împiedică apariția oscilațiilor parazite. Cele două anode ale tuburilor finale se conectează la capetele înfășurării primarului transformatorului de ieșire. Tensiunea de alimentare anodică se aplică prizei mediane a înfășurării primare, de unde prin lampa L se distribuie și grilelor ecran ale tuburilor finale.

Utilizînd piese și tuburi amplificatoare corespunzătoare se obține o bandă de frecvențe de 40 . . . 18 000 Hz, cu o abatere de ± 1 dB, și un raport semnal-zgomot de 65 dB. Impedanța de ieșire (la bornele secundarului) este 7,5 Ω.

- **Etaje finale cu tranzistoare**

Amplificatoarele de putere moderne, realizate cu elemente de circuit discrete, tranzistorizate, sînt prevăzute exclusiv cu tranzistoare cu siliciu. Calitățile de bază ce se impun etajelor de putere cu tranzistoare sînt: distorsiuni mici la puterea nominală de ieșire, bandă largă de frecvențe și eventual, etajul final să conțină circuite de protecție la scurtcircuitarea ieșirii.

În amplificatoarele de putere tranzistorizate moderne, lipsesc transformatoarele și etajele defazoare, chiar în montajele ce pot debita puteri considerabile mari. Se utilizează pe scară largă etaje de putere în montaje de tip complementar și cvasicomplementar, care au un randament ridicat și distorsiuni reduse la puteri utile mari

Pentru excitarea tranzistoarelor finale este necesară o putere considerabilă. Acest nivel de putere este realizat în etajul de atac (prefinal). Amplificarea de tensiune a etajului final și de atac este unitară, de regulă, astfel încît în schema amplificatorului se prevăd la intrare unul sau mai multe etaje amplificatoare. Acestea au rolul de a ridica nivelul semnalului la valoarea corespunzătoare realizării excitației etajelor de putere.

Asemănător montajelor cu tuburi și în cazul etajelor finale cu tranzistoare se întîlnește funcționarea în diferite clase de amplificare.

În figura 112 se prezintă schema de conexiuni a unui amplificator de putere, funcționînd în clasa *A*. Montajul conține patru tranzistoare și are puterea de ieșire de 10 W, amplificarea de 22 dB, banda de frecvențe 30 . . . 70 000 Hz, cu o abatere de ±1 dB, impedanța de ieșire de 1,6 Ω.

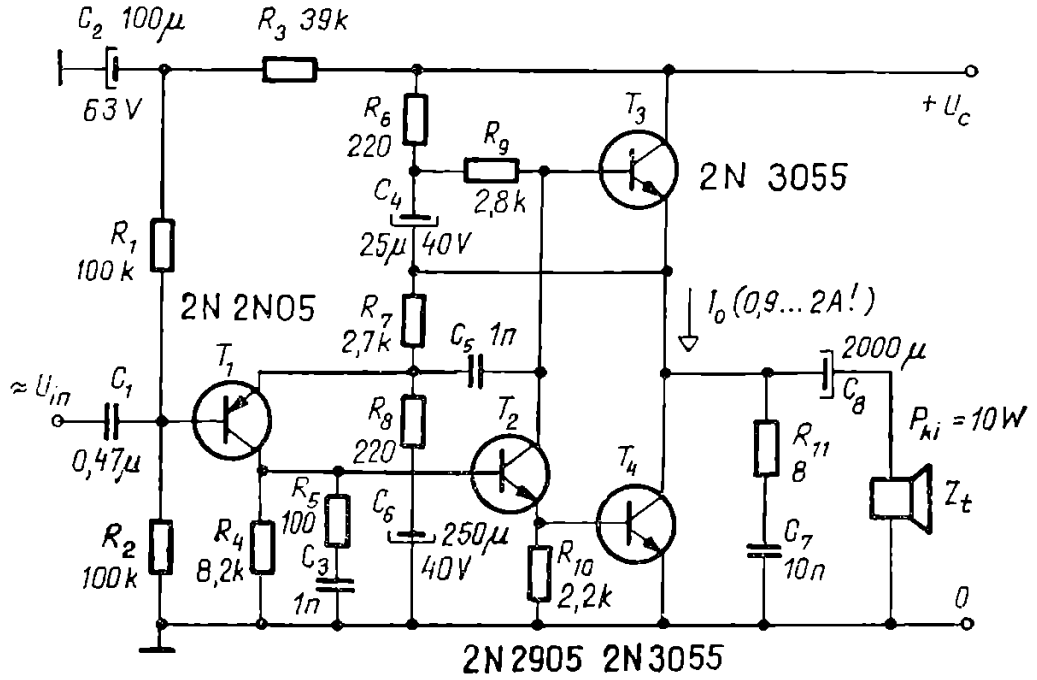


Figura 112 — Schema de principiu a unui amplificator de putere în clasă A, în contratimp.

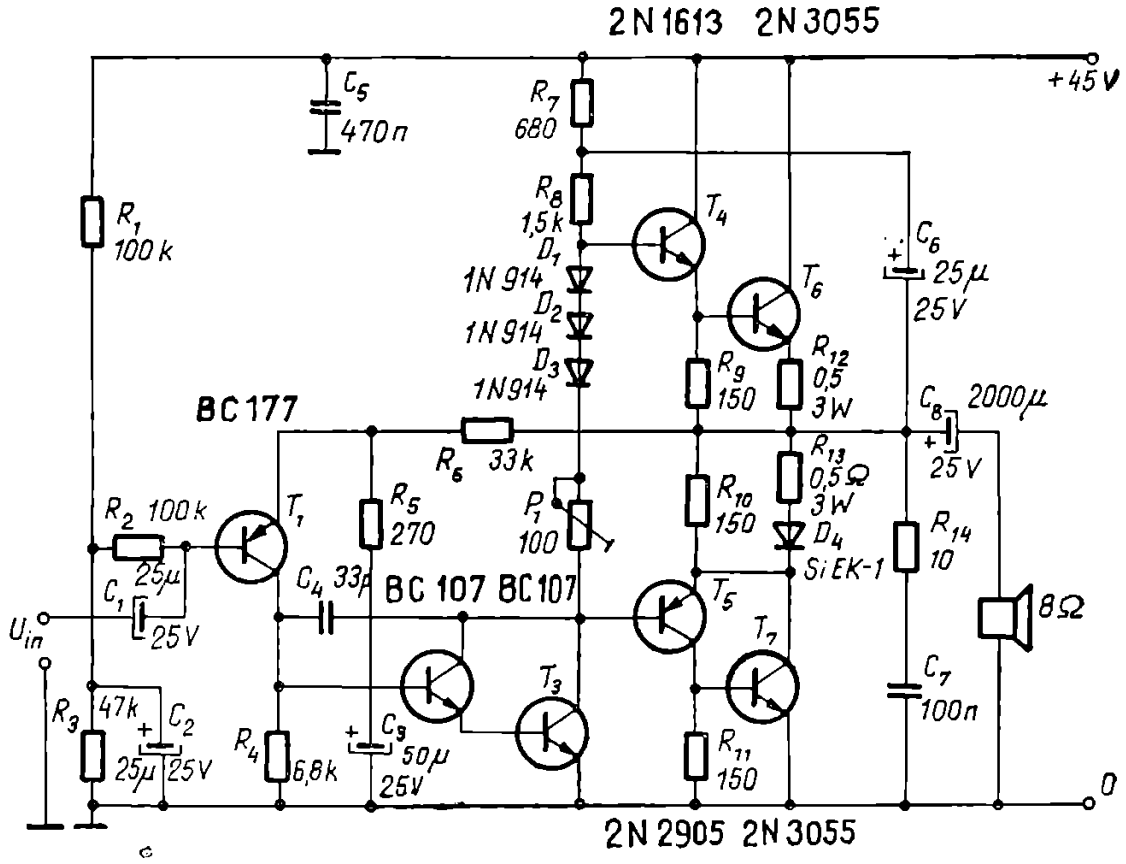


Figura 113 — Schema de principiu a unui amplificator de putere în mon taj cvasicomplementar.

Nivelul necesar al tensiunii de intrare este de 500 mV. Etajul amplificator de intrare este prevăzut cu tranzistorul T_1, etajul al doilea cu tranzistorul T_2 și este un etaj defazor, cu sarcină împărțită în circuitul colectorului și emiterului. Dezavantajul esențial al funcționării în clasă *A* este acela că tranzistoarele au curent de repaus mare, fapt ce determină încălzirea acestora. Cu toate acestea, se obține însă un factor de distorsiuni neliniare de 0,1%, la puterea de 10 W.

Schema unui amplificator cu puterea de ieșire de 20 W sinusoidal și distorsiuni mici (0,1%) funcționînd în montaj cvasicomplementar este prezentată în figura 113. Etajele de putere (dubletul) funcționează în montaj Darlington. Pentru obținerea puterii de 20 W pe o sarcină de 8 Ω, la intrare este necesară o tensiune de excitație de 500 mV. Curentul de repaus al tranzistoarelor finale este între 5 ... 20 mA. Banda de frecvențe este de 20 ... 40 000 Hz, cu o abatere de ±0,5 dB, iar raportul semnal-zgomot, la intrarea de 500 mV, este de 70 dB.

- **Etaje finale cu circuite integrate**

Amplificatoarele de putere cu circuite integrate uzuale folosite în prezent, deși au putere de ieșire mică și sînt prevăzute în montaje cu reacție negativă, au distorsiuni neliniare și de intermodulație mari. Performanțe mai bune se pot obține doar cu circuite integrate specializate, care sînt anume proiectate.

În figura 114 se prezintă un amplificator de 4 W sinusoidal, cu circuitul integrat de tip TBA 641. Nivelul semnalului de intrare se poate regla cu potențiometrul (semireglabil) de 22 kΩ. Sensibilitatea la intrare este de 100 mV, cînd se obține o putere de 4 W pe impedanța difuzorului de 4 Ω. Banda de frecvențe este de 40 ... 15 000 Hz cu o abatere de —3 dB, distorsiuni neliniare de 5%, raportul semnal-zgomot de 50 ... 55 dB.

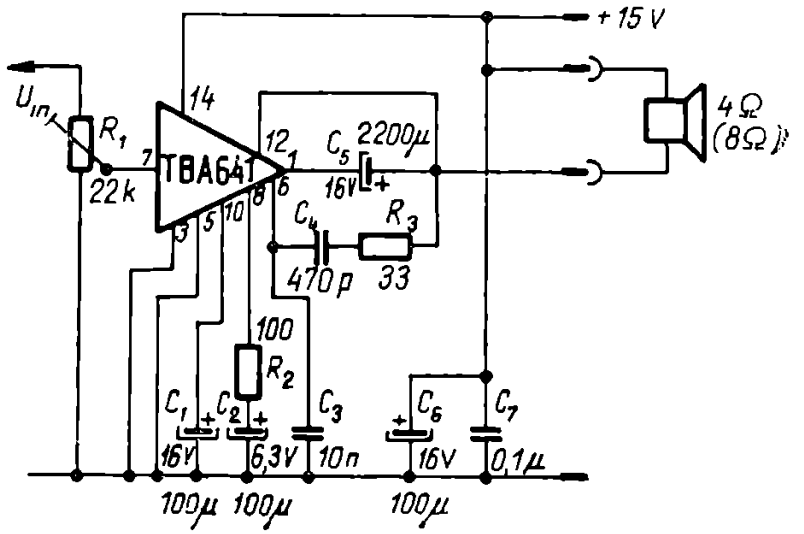


Figura 114 — Schema de principiu a unui amplificator de putere de 4 W sinusoidal, cu circuite integrate (TBA 641).

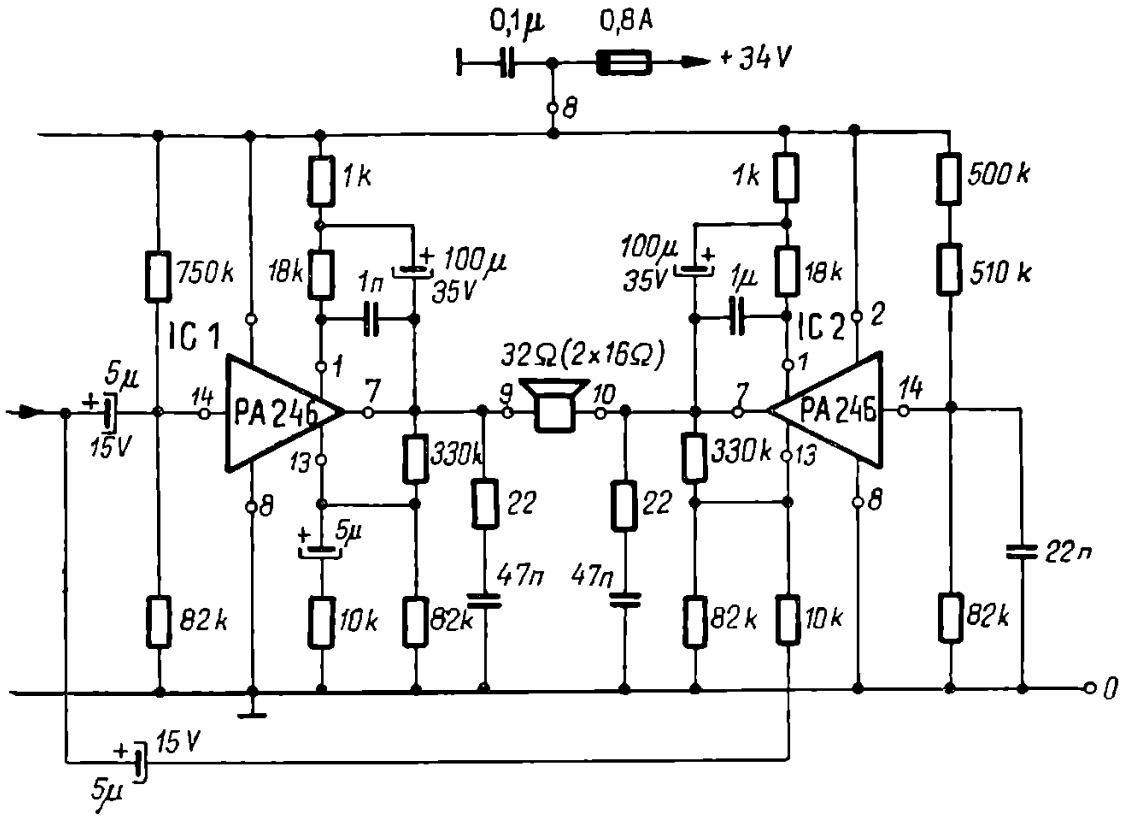


Figura 115 — Schema de principiu a unui amplificator de putere cu circuite integrate cu montaj în contratimp.

Pentru a se realiza o putere de ieşire mai mare, folosind circuite integrate de putere mai mică, se utilizează conectarea a două asemenea circuite integrate în montaj în punte.

Schema unui asemenea montaj, cu două circuite integrate de tip PA 246, este prezentată, spre exemplificare, în figura 115. Teoretic cu acest montaj în balans în contratimp, se poate obţine o putere utilă de patru ori mai mare, dar apar limitări datorită valorii relativ mici a tensiunii de alimentare.

Cele două circuite integrate sînt atacate de tensiuni de aceeaşi valoare, dar în contrafază. Excitarea în contratimp a celor două circuite integrate se face prin aplicarea aceluiaşi semnal pe intrarea neinversoare la IC_1 şi inversoare la IC_2 (figura 115).

Sensibilitatea este de 700 mV pe impedanţa de intrare de 47 KΩ. Curentul de repaus absorbit de întreg montajul este de 20 mA. Puterea utilă este de 10 W sinusoidal, cu distorsiuni de 1%. Banda de frecvenţe transmise este de 20 ... 20 000 Hz, cu o abatere de ±1 dB. Impedanţa de ieşire este de 32 Ω (de exemplu 4 difuzoare de 8 Ω în serie), iar raportul semnal-zgomot, la nivelul de intrare de 70 mV, este de 65 dB.

1.3. RADIATOARE ACUSTICE

Tensiunea de audiofrecvență, provenită de la sursa de semnal (microfon, etc.) amplificată corespunzător, se poate transforma în semnale acustice audibile, atunci cînd la ieșirea amplificatorului de putere se conectează un traductor electroacustic — difuzorul — care reprezintă un radiator acustic. În prezent, ca și în trecut, problema de bază a electroacusticii este aceeași: veriga cea mai slabă din lanțul de transmisie a sunetului este difuzorul.

Cu privire la caracteristicile calitative ale sistemelor de radiație acustică, cerințele sînt aceleași ca la orice verigă din lanțul de transmisie a sunetului, adică:

— caracteristica de frecvență liniară
— distorsiuni neliniare minime
— caracteristica de transfer tranzitorie bună
— caracteristica de radiație corespunzătoare
— randament bun.

Dintre sistemele de radiație acustică vom prezenta două tipuri: difuzoare și căștile acustice. Dacă difuzoarele nu se folosesc decît cu diferite dispozitive auxiliare ajutătoare, căștile acustice însă, se pot considera sisteme de radiatoare acustice de sine stătătoare.

Prin utilizarea difuzoarelor împreună cu dispozitive auxiliare, care contribuie la ameliorarea caracteristicii de radiație și de transfer tranzitoriu, obținem sisteme de radiatoare acustice. Astfel avem:

— panouri acustice
— incinte acustice
— labirinte acustice
— pîlnii acustice.

Aceste caracteristici calitative nu se pot realiza, pornind de la principiul fizic de funcționare, cu un singur difuzor decît pînă la o anumită limită. Prin urmare, pentru realizarea unor sisteme de radiatoare acustice de bandă largă, acestea vor fi prevăzute cu mai multe difuzoare, cu domenii de frecvență diferite, asociate.

1.3.1. CARACTERISTICI CALITATIVE GENERALE

Pentru caracterizarea calității radiatoarelor acustice se prezintă în ordinea importanței, următoarele date (performanțe) tehnice.

— *Puterea maximă aplicabilă, cu semnale sinusoidale;* exprimată numeric în (W), reprezintă puterea semnalelor sinusoidale, care se pot aplica difuzorului sau sistemului radiator acustic, pe impedanța sa, fără ca acesta să se deterioreze în vreun fel.

— *Puterea maximă aplicabilă cu semnale muzicale;* exprimată numeric în (W), reprezintă puterea semnalelor muzicale, ce se pot aplica radiatorului acustic, pe impedanța sa, fără ca acesta să se

deterioreze în vreun fel. Această dată tehnică, reprezintă puterea maxima de vîrf ce se poate aplica.

— *Impedanța de sarcină* exprimată numeric în (Ω), reprezintă impedanța de intrare a radiatorului acustic, pe care debitează puterea de audiofrecvență etajul final (de putere). Pentru obținerea transferului maxim de putere impedanța de sarcină trebuie să fie egală cu impedanța de ieșire a amplificatorului de putere, adică să existe adaptarea acestor impedanțe.

— *Caracteristica de frecvență* reprezintă banda de frecvențe acustice pe care poate radia sistemul, în condițiile de abatere a liniarității impuse.

— *Frecvența de rezonanță* este frecvența de rezonanță proprie a sistemului radiator acustic, căreia îi corespunde un semnal acustic de perioadă și fază egală, dar cu intensitatea mult slăbită. Cu cît frecvența de rezonanță este mai mică cu atît sistemul radiator acustic este mai bun.

— *Frecvența caracteristică* se referă la sisteme de radiatoare cu mai multe difuzoare. Ea reprezintă frecvența la care două sisteme radiatoare acustice sau două difuzoare, redau cu aceeași intensitate sunetul corespunzător.

— *Volumul incintei acustice* reprezintă capacitatea exprimată în litri, a interiorului incintei.

Difuzorul, ca traductor electroacustic, transformă oscilațiile electrice primite la bornele sale în oscilațiile acustice, pe care le produce membrana solidară cu bobina mobilă. Oscilațiile membranei vor determina oscilațiile moleculelor de aer, producîndu-se astfel semnalele acustice. Acest proces de transformare se produce însă sub influența parametrilor radiatorului acustic, astfel:

a) Pentru reproducerea sunetelor din domeniul frecvențelor joase sînt necesare difuzoare cu membrana de suprafață mare.

b) La un difuzor, cu cît este mai mare diametrul eficace al membranei, cu atît posibilitatea redării nedistorsionate a frecvențelor înalte este mai redusă.

c) Prin urmare, pentru redarea corespunzătoare și a frecvențelor înalte, se utilizează un difuzor separat cu diametrul mic, formîndu-se astfel un sistem radiator acustic cu două căi.

d) Dacă utilizăm sisteme cu mai mult de două căi, trebuie să ținem seama de criteriul că frecvențele caracteristice ale difuzoarelor să nu fie între ele, armonice inferioare sau superioare.

1.3.2. DIFUZOARE

Radiatoarele acustice moderne, în principal, difuzoarele și căștile acustice — funcționează exclusiv pe principiul tipurilor electrodinamice.

Pentru redarea frecvențelor joase, medii și înalte se folosesc difuzoare electrodinamice cu magnet permanent, care se numesc difuzoare permanent dinamice.

Principiul lor de funcționare este următorul: în cîmpul magnetic constant, pe care-l creează un magnet permanent de formă inelară sau de „oala", într-un intrefier de formă inelară, se află o bobină mobilă solitară cu o membrană. Bobina mobilă și membrana sînt centrate în spațiul intrefierului cu ajutorul unei piese de centrare elastice. Membranele utilizate sînt, de regulă, din celuloză (hîrtie) presată. Dacă, prin bobina mobilă trece curentul de audiofrecvență, apare interacțiunea electrodinamică cu cîmpul magnetic constant, care are ca efect mișcarea axială înainte-înapoi a bobinei mobile, în funcție de polaritatea tensiunii de audiofrecvență aplicată. Odată cu mișcarea bobinei mobile se va deplasa și membrana din celuloză presată, care va antrena moleculele de aer din apropierea sa. Se creează, astfel, unde acustice (de presiune) în ritmul mișcării membranei și deci a semnalului de audiofrecvență aplicat. Se obține, astfel, transformarea semnalelor electrice variabile în oscilații mecanice acustice.

În funcție de dimensiunile diametrului membranei din celuloză și a ariei difuzorului se poate realiza reproducerea frecvențelor din cele trei domenii. De regulă difuzoarele cu diametrul și aria mare, reproduc bine frecvențele joase; cele cu dimensiuni mijlocii a membranei reproduc bine frecvențele medii; iar cele cu dimensiuni mici ale membranei reproduc bine frecvențele înalte. Făcîndu-se rabat la unele caracteristici de calitate se produc și difuzoare de bandă largă. Pentru a înțelege în întregime modul de funcționare al difuzorului, să analizăm mai detailat factorii fizici și acustici ce intervin.

Analizînd mișcarea membranei se constată că într-o semiperioadă membrana se mișcă înainte, deci va împinge masa de aer. În acest

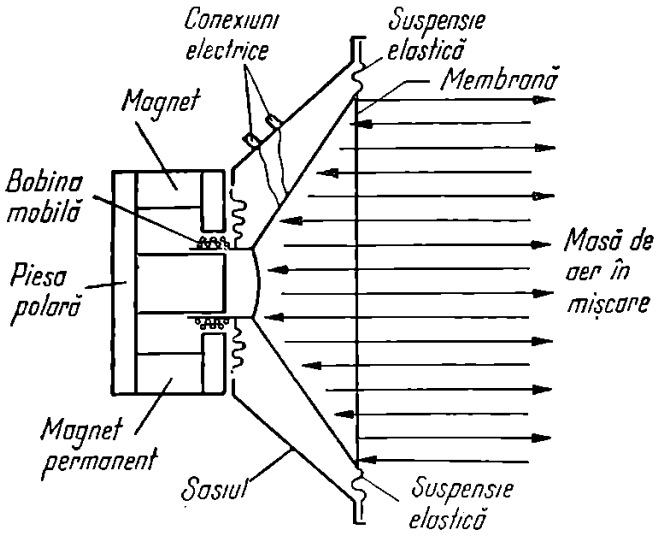


Figura 116 — Schița difuzorului dinamic.

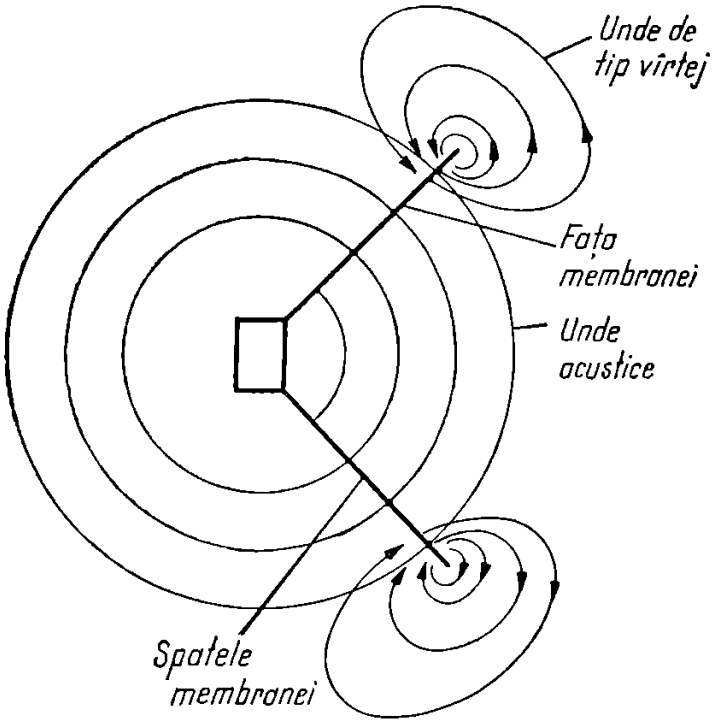


Figura 117 — Egalizarea presiunii acustice pe cele două fețe ale membranei difuzorului.

moment, presiunea din fața membranei se mărește, ceea ce ar trebui să producă o propagare a aerului după o linie dreaptă. De fapt, în practică aceasta nu se produce, fenomenul fiind mai complex. Deoarece în momentul considerat, presiunea din fața membranei crește de fapt în spatele membranei, apare o oarecare micșorare a presiunii. Această diferență de presiune față-spate, la marginea circulară a membranei, tinde să se egalizeze, apar astfel unde de tip vîrtej; rezultînd în consecință o diminuare a presiunii acustice utile. În momentul următor, apare cealaltă semiperioadă a curentului de audiofrecvență și sensul fenomenelor se schimbă; în fața membranei presiunea scade și în spatele membranei presiunea crește. Este de la sine înțeles că fenomenele se schimbă în ritmul frecvenței semnalului de audiofrecvență aplicat bobinei mobile.

Prin urmare, în fața membranei apar în mod periodic variații ale presiunii aerului mai mari — mai mici, în funcție de variația sensului pozitiv—negativ al curentului de audiofrecvență. Egalizarea presiunii, ce apare la marginea membranei, se poate produce atunci cînd distanța, dintre zonele de presiune mai mică și presiune mai mare, este mai mare decît drumul parcurs între fața și spatele membranei. Aceasta înseamnă că egalizarea presiunii, fenomen nedorit, care produce o diminuare a presiunii acustice utile, se produce pînă la o anumită lungime de undă.

La frecvențe înalte lungimea de undă este mică, deci egalizarea presiunii sau „scurtcircuitul față-spate“ se produce în domeniul frecvențelor joase. Adică aceste frecvențe vor fi diminuate din spectrul

frecvențelor radiate. Dacă dorim să reproducem și frecvențele joase cu intensitate corespunzătoare, putem reduce fenomenul de egalizare a presiunilor, prin „lungirea" drumului față-spate, astfel egalizarea nu are loc nici la frecvențe joase. Lungirea artificială a drumului față-spate se realizează cu ajutorul panourilor și incintelor acustice, pe care le vom trata într-un capitol următor.

Pentru a se putea obține de la difuzor o intensitate sonoră cît mai mare, cu atît și membrana (deci și bobina mobilă) trebuie să aibă o mișcare de amplitudine cît mai mare. Astfel, pentru ridicarea intensității sonore, trebuie să aplicăm bobinei mobile, o putere electrică mărită. Puterea maximă ce se poate aplica difuzorului este limitată fie de deteriorarea membranei și a părților elastice de centrare fie de arderea conductorului bobinei mobile. Astfel, puterea ce o poate da difuzorul este în funcție de dimensiunile constructive și tipul materialelor folosite. În nici un caz, nu se va aplica difuzorului o putere mai mare ca puterea maximă sinusoidală sau muzicală, despre care am tratat mai înainte. Este de preferat să se aplice o putere mai mică decît valorile limită.

După principiile electroacusticii moderne, cel mai indicat este ca raportul dintre puterea maximă, pe care o poate debita amplificatorul final și puterea maximă, care poate fi aplicată difuzorului, să fie de 1 : 2. Deci, dacă utilizăm un amplificator stereo cu puterea 2×10 W muzical, este indicat ca puterea maximă aplicabilă cu semnale muzicale a difuzoarelor să fie de 2×20 W (20 W pe canal). Dacă utilizăm acest raport vor scădea simțitor distorsiunile armonice și Doppler, la vîrfurile de excitație.

În afara puterii nominale, la conectarea cu amplificatorul de putere, este necesară și cunoașterea impedanței difuzorului. Aceasta este important pentru realizarea adaptării cu impedanța de ieșire a amplificatorului.

Atunci cînd impedanța difuzorului nu se cunoaște, ea se poate stabili cu o oarecare aproximație și cu mijloace amatoricești. Măsurările precise trebuie făcute la frecvența de 1 kHz ținînd seama atît de modulul impedanței cît și de unghiul de fază.

Astfel, ținînd seama că rezistența conductorului bobinei mobile este ponderea impedanței în cazul difuzoarelor de 4 ... 15 Ω, se va măsura cu ohmetrul rezistența bobinei, care majorată cu 20%, va da valoarea aproximativă a impedanței difuzorului.

Se constată că nu toată suprafața membranei vibrează la toate frecvențele. Cu cît crește frecvența cu atît scade suprafața activă (care vibrează) a membranei. La frecvențele înalte, membrana mai vibrează pe o suprafață mică, doar în jurul bobinei mobile. Deci,

cu creşterea frecvenţei scade suprafaţa activă a membranei şi astfel se diminuează şi intensitatea sonoră radiată corespunzătoare acestor frecvenţe. Membrana, împreună cu bobina mobilă, ca sisteme mecanice au o frecvenţă proprie de rezonanţă, care depinde de masa şi forma acestora. Frecvenţa proprie de rezonanţă este de regulă sub 100 Hz. La această frecvenţă apare o diminuare profundă a presiunii acustice radiate, astfel la redarea frecvenţelor joase apar perturbaţii, care se traduc prin distorsiuni şi zgomote nedorite (duruituri). În tehnica sistemelor radiatoare acustice există posibilitatea compensării efectelor nedorite la frecvenţa de rezonanţă.

Radiatoare acustice pentru frecvenţe joase

Pentru redarea liniară în domeniul frecvenţelor joase, cuprinse în general, între 20 ... 25 Hz şi 1 500 ... 2 000 Hz, se utilizează difuzoare special construite. Pentru redarea corespunzătoare a frecvenţelor joase, difuzorul trebuie să îndeplinească următoarele condiţii, independent de faptul că se asociază cu panouri, cutii sau incinte acustice:

1. Membrana trebuie să aibe diametrul şi suprafaţa mare, să poată radia cu randament bun puteri mari.

2. Frecvenţa proprie de rezonanţă să fie mai mică de 20 Hz.

3. Pentru a avea un randament bun şi caracteristica tranzitorie (de impuls) bună, membrana trebuie să fie cît mai uşoară. Supor-

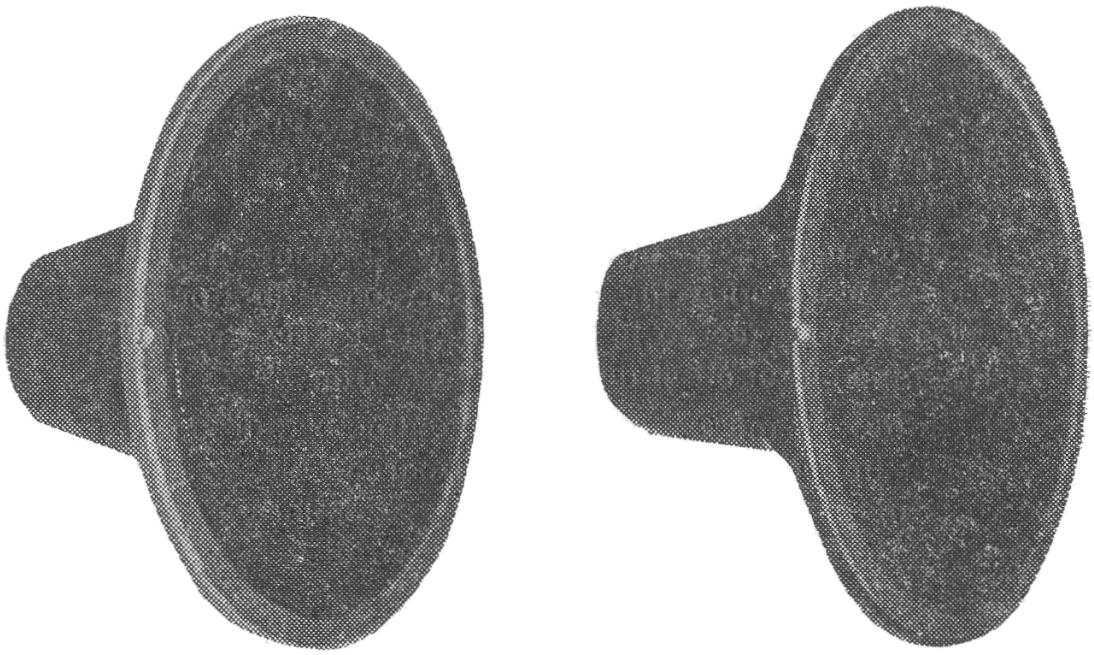


Figura 118. — Două tipuri de difuzoare pentru redarea frecvenţelor joase: *a)* cu suspensie din celuloză presată inelar; *b)* cu suspensie din cauciuc.

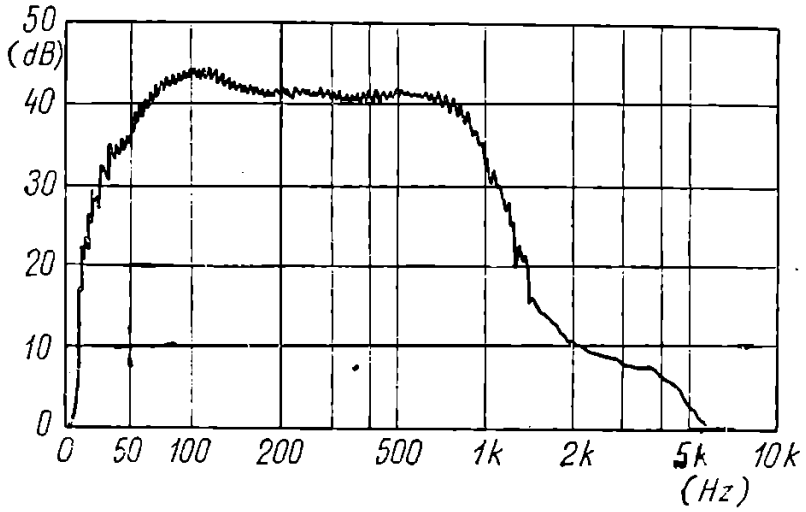


Figura 119 — Caracteristica de frecvență tipică, a difuzoarelor pentru redarea frecvențelor joase.

turile elastice să fie cît mai moi, astfel se obține și frecvențe de rezonanță de valoare mică.

4. Intensitatea cîmpului magnetic din intrefier să fie cît mai mare, ameliorîndu-se randamentul și amortizarea.

Constructiv difuzoarele pentru redarea frecvențelor joase de bună calitate au membrana presată prevăzută cu inele, diametrul mare al membranei și al bobinei mobile, iar carcasa este turnată din aluminiu. Îmbinarea dintre membrană și carcasă se face pe o garnitură inelară; de asemenea este prevăzută posibilitatea centrării bobinei mobile. La difuzoarele cele mai moderne, marginea membranei este prevăzută cu o bordură de cauciuc, care se fixează de carcasă, conferind astfel o elasticitate sporită. La acest tip constructiv se obține cea mai mare elongație a membranei.

Difuzoarele utilizate în acest domeniu au diametrul cuprins între 200 ... 250 mm, putînd ajunge chiar pînă la 500 mm. În tehnica Hi-Fi, nu rareori se întîlnesc difuzoare cu diametrul peste 400 mm. Acestea sînt folosite la amplificatoarele destinate orchestrelor.

În funcție de tipul constructiv, diametrul bobinei mobile este cuprins între 30 ... 60 mm.

Frecvența de rezonanță, deși ar trebui să fie sub 20 Hz, este în general cuprinsă între 25 ... 40 Hz. Dar, există cîteva tipuri de excepție, care au frecvența de rezonanță de 20 Hz.

Impedanța difuzoarelor, universal construite, este de 4,8 și 15 Ω. Puterile aplicabile pot fi cuprinse între 10 ... 100 W.

Radiatoare acustice pentru frecvențe medii

Difuzoarele prevăzute pentru reproducerea frecvențelor medii, trebuie să redea cît mai liniar banda frecvențelor cuprinse între 300 ... 5 000 Hz, cu distorsiuni neliniare cît mai mici. Pentru redarea acestei benzi de frecvențe, se impun următoarele cerințe principale:

1) Diametrul membranei să fie de cel puțin 100 ... 200 mm; membranele utilizate mai des au diametrul de 150 ... 200 mm.

2) Frecvența de rezonanță trebuie să se situeze sub valoarea frecvențelor care sînt reproduse liniar.

Cu ajutorul difuzoarelor cu membrana de formă ovală (eliptică) se poate mări unghiul de radiație, dacă difuzorul se montează vertical cu axa mare în sistemul radiator (panou sau incintă acustică).

Membrana difuzoarelor pentru reproducerea frecvențelor medii este realizată din celuloză presată. Dimensiunile membranei difuzoarelor ovale sînt cuprinse între 100/140 mm și 150/250 mm. În incintele acustice Hi-Fi se instalează două-patru difuzoare pentru frecvențele medii, conectate în serie sau în paralel, în funcție de impedanța ce trebuie realizată. Diametrul bobinei mobile este cuprins între 20 ... 30 mm, de la caz la caz. Frecvența de rezonanță este cuprinsă între 300 ... 500 Hz. Prin utilizarea sistemelor multi-căi (cu mai multe difuzoare) se poate compensa efectul nedorit al rezonanțelor proprii ale difuzoarelor. De regulă impedanța este de 4,8 sau 15 Ω. Puterile sînt cuprinse între 5 ... 25 W.

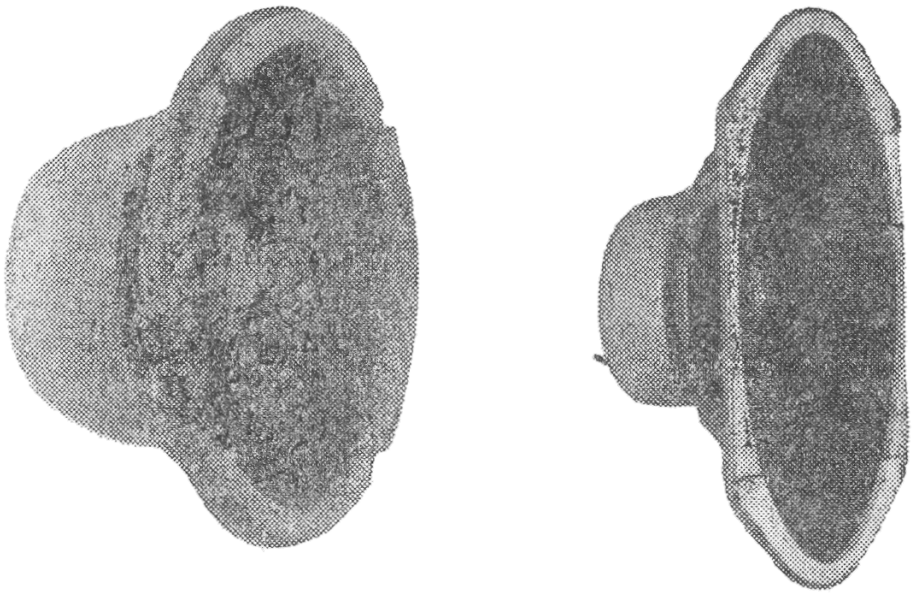


Figura 120 — Două tipuri de difuzoare pentru redarea domeniului frecvențelor medii, cu suspensie din celuloză presată: *a*) de formă circulară; *b*) de formă ovală.

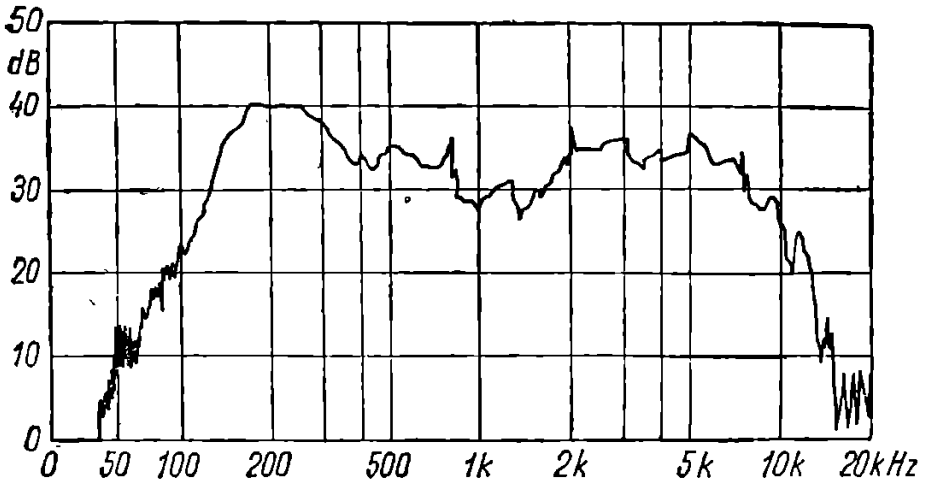


Figura 121 — Caracteristica de frecvență tipică a difuzoarelor pentru redarea domeniului frecvențelor medii.

Radiatoare acustice pentru frecvențe înalte

Dimensiunile membranei difuzoarelor destinate pentru reproducerea frecvențelor înalte trebuie să fie întotdeauna mai mari în raport cu lungimea de undă corespunzătoare frecvenței celei mai mari, din domeniul frecvențelor ce trebuie reproduse.

Apare, astfel, o puternică fascicularizare a undelor acustice, care produc un efect supărător în spațiul sonor. Prin utilizarea mai multor difuzoare ce radiază frecvențele înalte în diferite direcții, se diminuează acest efect supărător. Cele mai importante particularități sînt:

a) Membrana este ușoară, confecționată din celuloză impregnată, masă plastică, eventual din folie de aluminiu presat.

b) Frecvența de rezonanță este ridicată, însă ea trebuie să fie mai mică cu cel puțin o octavă (de două ori) față de frecvența cea mai joasă din banda de frecvențe transmisă.

Radiatoarele acustice pentru frecvențe înalte se realizează după diferite principii și tipuri constructive. Dintre acestea, cele mai răspîndite sînt:

— difuzoare cu membrana pîlnie din celuloză presată;

— difuzoare cu membrana pîlnie din mase plastice;

— difuzoare cu membrana calotă sferică din mase plastice;

— pîlnii cu membrana metalică.

Difuzoarele cu membrana pîlnie din celuloză presată sînt prevăzute cu bobine mobile și membrane de dimensiuni reduse. Diametrul uzual al membranei este de 50 ... 100 mm, iar al bobinei mobile de 10 ... 20 mm. Banda de frecvențe reproduse este cuprinsă în gene-

Figura 122 — Difuzoare pentru redarea frecvențelor înalte cu membrana pîlnie din celuloză presată.

ral, între 5 000 ... 12 000 Hz, cu o abatere de ±3 dB. Aceste tipuri nu pot reda frecvențe mai mari, puterea fiind de 1 ... 5 W.

Difuzoarele cu membrana pîlnie din mase plastice, constructiv, sînt asemănătoare cu difuzoarele cu membrana din celuloză. Acestea au însă, membrana mai rigidă (mai țeapănă) și din acest motiv pot reda frecvențe mai mari, adică se extinde domeniul de reproducere a frecvențelor înalte. Banda de frecvențe reproduse este cuprinsă între 8 000 ... 14 000 Hz cu o abatere de ±1 dB, dar nu rare sînt și tipurile cu banda de 8 000 ... 16 000 Hz. Puterea aplicabilă este de cca 1 ... 5 W.

Difuzoarele cu membrana calotă sferică din mase plastice, au o largă utilizare, deoarece ele pot reproduce liniar frecvențe între 10 000 ... 20 000 Hz. Datorită formei de calotă sferică a membranei scade și directivitatea difuzorului, obținîndu-se o îmbunătățire față de alte tipuri. Diametrul membranei este de cca 20 ... 50 mm, dimensiuni pe care le are și diametrul bobinei mobile. Puterea aplicabilă fiind în jurul 1 ... 5 W.

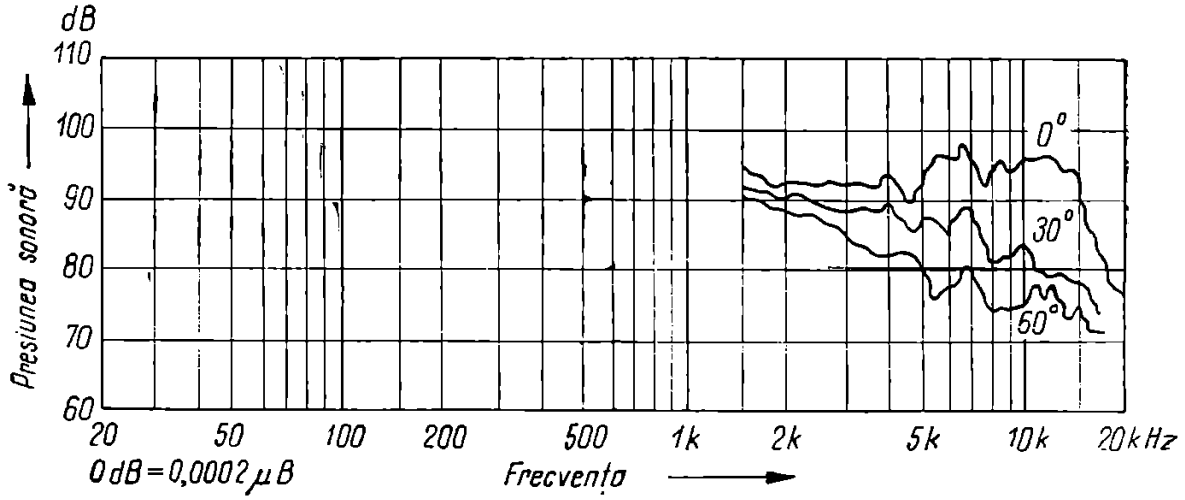


Figura 123 — Caracteristicile de frecvență tipice difuzoarelor pentru redarea frecvențelor înalte cu membrana din celuloză presată.

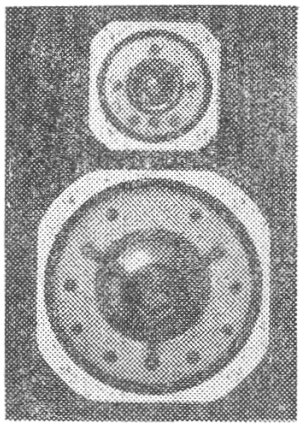


Figura 124 — Radiator acustic pentru frecvențe înalte cu doua difuzoare cu membrana calotă sferică metalică.

- **Radiatoare acustice de bandă largă**

Rolul radiatoarelor de bandă largă este de a reproduce cu o abatere acceptabilă, întreaga bandă a frecvențelor audio. Un difuzor de calitate, de bandă largă, trebuie să îndeplinească următoarele cerințe principale:

1) Membrana trebuie să oscileze (să radieze) în toată banda de frecvențe audio. Oscilațiile de frecvențe înalte nu trebuie să fie atenuate, condiție greu de îndeplinit dacă banda impusă este prea mare.

2) Piesele elastice de fixare ale membranei trebuie să aibe aceeași elasticitate, atît la elongații mici cît și la elongații mari ale membranei.

3) Frecvența proprie de rezonanță să fie sub 20 Hz.

Radiatoarele acustice de bandă largă, cu o singură membrană din celuloză nu sînt capabile să reproducă cu o liniaritate acceptabilă, banda frecvențelor audio. Mai ales trebuie compensată reproducerea frecvențelor mai mari de 10 kHz. În practică s-a adoptat următoarea soluție: pentru reproducerea frecvențelor joase și mijlocii s-a prevăzut o membrană de celuloză (hîrtie) de diametru mare, iar pentru compensarea reproducerii frecvențelor înalte, s-a aplicat o mică pîlnie tot din hîrtie, de diametru mai mic.

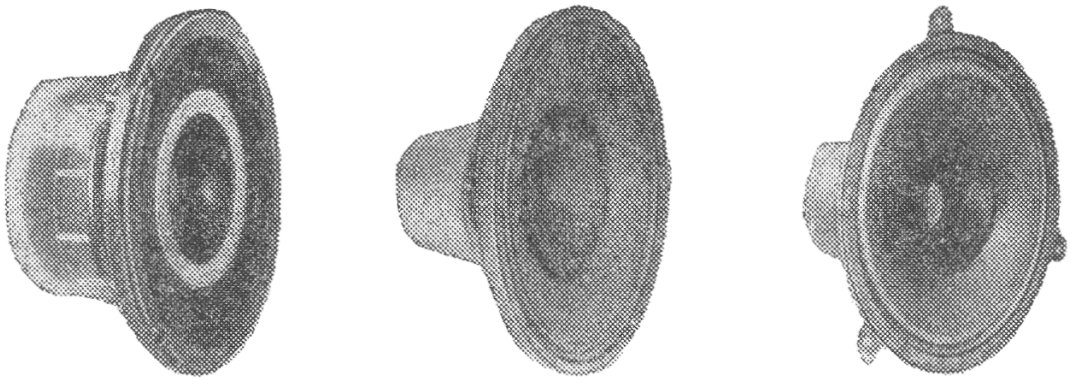


Figura 125 — Difuzoare de bandă largă.

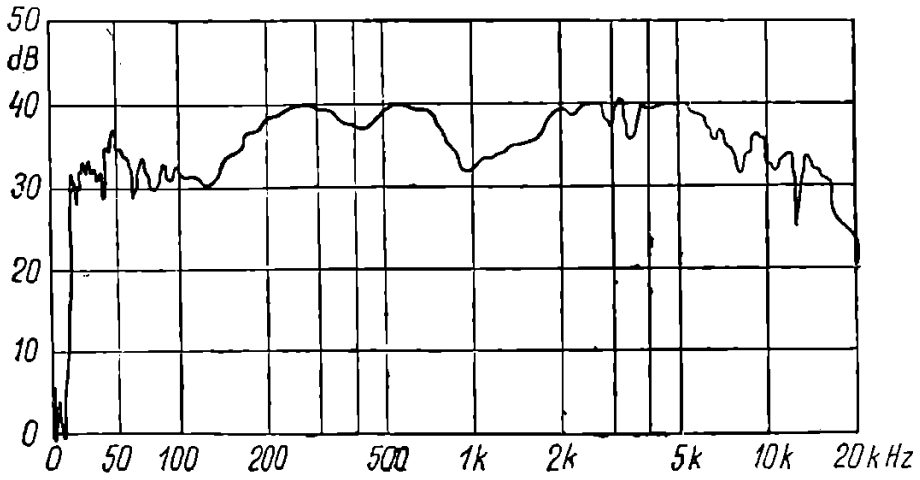


Figura 126 — Caracteristica de frecvenţă tipică difuzoarelor de bandă largă.

Dimensiunile diametrului mare al membranei sînt cuprinse între 200 ... 250 mm, iar a membranei mici între 50 ... 70 mm. Banda frecvenţelor reproduse este cuprinsă între 40 ... 16 000 Hz, cu o abatere de ± 4 dB. La aceste tipuri de difuzoare piesa elastică de centrare, de la baza membranei este formată dintr-o folie de plastic, de forma triunghiulară. Puterea radiată este în general 5 ... 8 W. Nu se fabrică difuzoare de bandă largă de puteri mari, datorită creşterii distorsiunilor de diferite tipuri.

În tehnica Hi-Fi, asemenea radiatoare acustice nu se folosesc. Însă, acest tip a primit o largă răspîndire în televizoare şi radioreceptoare, unde este complicat a se creia sisteme multicăi.

1.3.3. PANOURI ACUSTICE

Aşa cum am arătat, deja, la frecvenţe joase apare egalizarea presiunilor faţă-spate la marginea membranei difuzorului, reducîndu-se astfel capacitatea de reproducere a acestora. Pentru a nu se produce egalizarea (scurtcircuitarea) presiunilor trebuie mărit drumul faţă-spate. Aceasta se realizează practic cu ajutorul panourilor şi incintelor acustice.

Ameliorarea reproducerii frecvenţelor joase se face în modul cel mai simplu prin folosirea panourilor acustice. Să considerăm schiţa de principiu din figura 127. Panoul pe care s-a montat difuzorul va lungi mult drumul faţă-spate şi astfel egalizarea presiunilor la frecvenţele joase nu se mai produce. Astfel, reproducerea frecvenţelor joase nu va fi perturbată.

Cu cît frecvenţa, pe care dorim s-o reproducem este mai joasă, cu atît suprafaţa panoului acustic trebuie să fie mai mare. De exem-

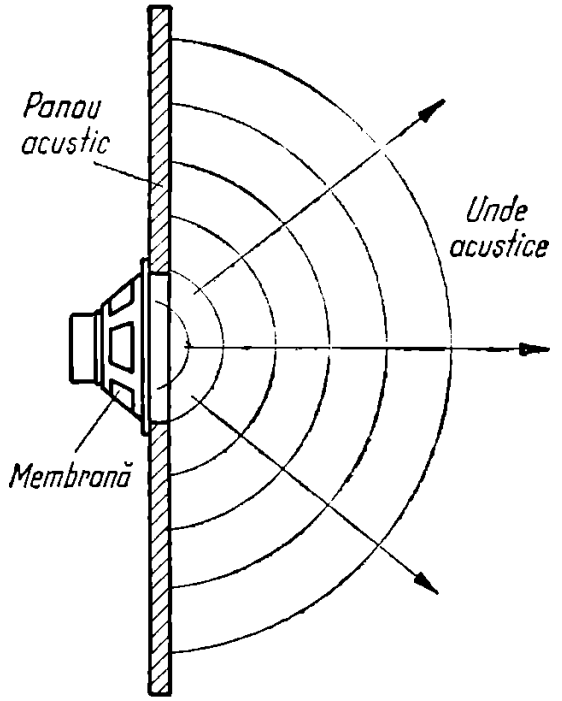


Figura 127 — Schița ce ilustrează înlăturarea egalizării presiunii față-spate datorită panoului acustic.

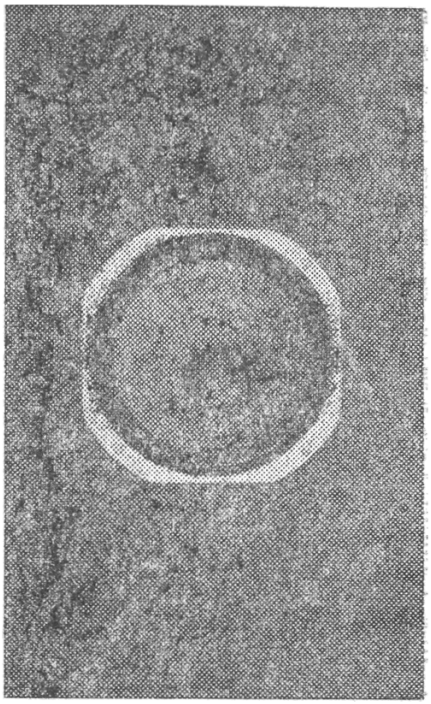


Figura 128 — Panou acustic simplu, ce se poate instala în colțul încăperii, cu un difuzor.

plu, lungimea de undă a frecvenței joase de 100 Hz este de cca 3 m. Pentru înlăturarea totală a perturbării redării acestei frecvențe, ar fi necesar un panou de 3×3 m, în centrul căruia se instalează difuzorul. Dacă dorim același lucru la frecvența de 30 Hz, dimensiunile panoului devin 12×12 m, ceea ce este practic imposibil.

În tehnica modernă a sunetului, panourile acustice nu se mai utilizează. Locul lor a fost ocupat de incintele (cutiile) acustice.

Incintele acustice pot fi considerate ca niște panouri acustice, care au fost îndoite lateral — păstrîndu-și astfel suprafața mare — și la care s-a închis cu un capac partea din spate.

Variantele constructive ale incintelor acustice sînt numeroase. În mod deosebit sînt utilizate la formarea sistemelor multicăi (cu mai multe difuzoare).

1.3.4. INCINTE ACUSTICE*

La proiectarea incintelor acustice se urmăresc trei principii. Pe baza acestora se realizează incinte închise, incinte acustice cu deschidere și labirinte acustice. În prezent, cele mai răspîndite sînt in-

N.T.* se folosește des denumirea de „boxă" acustică — de la englezescul BOX.

cintele închise, prevăzute în interior cu materiale absorbante acustice, în care se montează fie un difuzor de bandă largă, fie un sistem radiator multicăi, format din difuzoare diferite de joase-medii și înalte.

Teoretic, incinta închisă ar fi echivalentă cu panoul acustic de dimensiuni infinite, ceea ce ar fi ideal pentru reproducerea sunetelor. Practic, însă, apare o influență perturbatoare esențială: din cauza elasticității aerului din incintă crește frecvența de rezonanță a difuzorului montat, fapt ce reduce posibilitățile de reproducere a frecvențelor joase. Știut fiind faptul că presiunea acustică produsă de membrana difuzorului scade rapid la frecvențele mai mici ca frecvența de rezonanță.

Modificarea frecvenței proprii de rezonanță a difuzorului este funcție de doi factori. Pe de o parte, de mărimea volumului incintei închise, pe de altă parte, de mărimea suprafeței membranei. Cu cît volumul incintei este mai mare și aria efectivă a membranei este mai mică, cu atît modificarea frecvenței de rezonanță va fi mai mică. Situația cea mai defavorabilă este cînd avem montat un difuzor mare, într-o incintă de volum mic.

Difuzoarele cu suprafață mică a membranei și cu frecvență de rezonanță mică (10 . . . 12 Hz) dau rezultate satisfăcătoare și în incinte de volum mic. Însă, din cauza suprafeței mici a membranei, randamentul este foarte mic.

Acest tip de radiatoare acustice necesită atacarea cu puteri mari, deoarece din cauza suprafeței mici a membranei, la puteri mici, presiunea sonoră la frecvențe joase ar fi foarte mică. La puteri de excitație mari (aplicate difuzorului) presiunea sonoră crește și-n domeniul frecvențelor joase și se obține senzația sonoră respectivă.

Cu privire la modificarea frecvenței de rezonanță merită să prezentăm cîteva exemple. Dacă montăm un difuzor, cu diametrul membranei de 150 mm și frecvența proprie de rezonanță de 30 Hz, într-o incintă închisă de 6 litri, frecvența de rezonanță se modifică la 75 Hz. Dacă diametrul este de 300 mm și frecvența de rezonanță de 18 Hz, iar volumul incintei este de 50 litri, atunci modificarea frecvenței de rezonanță va fi de 45 Hz.

Din aceste exemple rezultă, că dacă se mărește volumul incintei, modificarea (creșterea) frecvenței de rezonanță este mai mică, și se îmbunătățesc caracteristicile la frecvențele joase.

O constatare generală este și aceea, că dacă vom monta un difuzor de calitate, cu frecvența de rezonanță mică, într-o incintă închisă, modificarea (creșterea) frecvenței de rezonanță se face cu o valoare mai mare, decît în cazul montării unui difuzor cu frecvența de rezonanță mai mare. Adică, incinta închisă reduce cu mult mai mult performanțele la frecvențele joase, ale unui difuzor de bună calitate decît ale unui difuzor de calitate mai slabă.

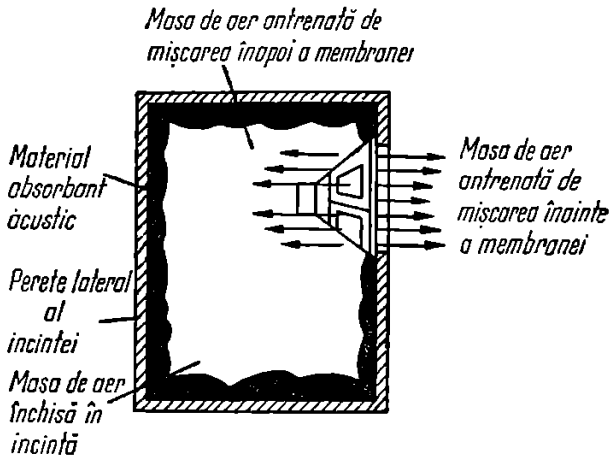


Figura 129 — Schița secțiunii în incinta acustică închisă.

- **Incinte acustice închise**

Prin închiderea spatelui incintei, așa cum am mai arătat, teoretic se înlătură posibilitatea producerii scurtcircuitării acustice a undelor, în schimb mediul elastic din interiorul incintei acționează asupra membranei difuzorului. Teoretic, prin creşterea volumului incintei închise, se poate obține o asemenea valoare, încît masa de aer din incinta să nu mai creeze forțe antagoniste, considerabile, care acționează asupra membranei. În acest fel, nu s-ar modifica semnificativ valoarea frecvenței de rezonanță. Pentru stabilirea dimensiunilor incintei, ar mai fi necesar a se cunoaşte şi forța de elasticitate a suportului elastic al membranei, măsurarea căreia, nu este o chestiune deloc simplă.

La frecvențele, la care distanța dintre pereții laterali, paraleli ai incintei sînt egali cu un multiplu întreg de jumătăți de lungimi de undă, apar unde staționare, care determină maxime şi minime ale intensității sonore, deci o redare neliniară. Pentru înlăturarea acestora se procedează la amortizarea acustică a pereților interiori ai incintei. În acest scop se căptuşesc pereții interiori cu un strat gros de 40 . . . 50 mm de vată sau material spongios, care are rol de absorbant acustic.

O cerință importantă este aceea de a realiza pereții incintei din material rigid şi de grosime suficientă, înlăturîndu-se astfel posibilitatea apariției unor oscilații sau vibrații mecanice nedorite. Pereții incintei, datorită influenței presiunii din interiorul cutiei, pot intra în oscilație pe anumite frecvențe. Aceste frecvențe depinde de masa şi elasticitatea materialului din care este confecționată incinta. Apariția vibrațiilor parazitare ale pereților incintei pot creea sunete nedorite şi influențează negativ caracteristicile de reproducere ale incintei. Prin utilizarea, la confecționarea incintelor a plăcilor de lemn, de grosime corespunzătoare, întărite la îmbinări cu şipci de lemn, se obține o reducere suficientă a vibrațiilor pereților incintelor acustice.

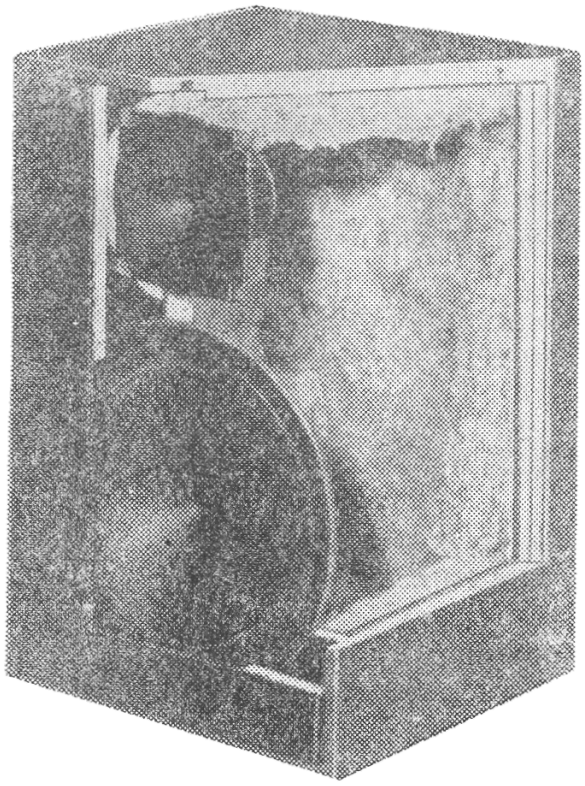


Figura 130 — Fotografia unei incinte acustice secționate. Apare foarte clar dispunerea absorbantului acustic (vata) pe pereții interiori ai incintei.

Apariția undelor staționare este înlăturată prin amortizarea corespunzătoare cu materiale absorbante a pereților interiori ai incintei, odată cu aceasta însă este absorbită și energia sonoră pe care o produce membrana în mișcarea ei spre „spate" (spre interiorul incintei). Din această cauză, randamentul va scade la jumătate, și odată cu aceasta și puterea acustică radiată. Față de aceste dezavantaje, totuși, incintele acustice închise sînt foarte răspîndite.

Aceasta se explică prin faptul că realizarea lor constructivă este simplă, sînt ușor reproductibile la scară industrială, deoarece nu necesită reglaje speciale. Așa cum vom vedea în cele ce urmează, la incintele cu deschidere, este necesară realizarea operației complicate de acordare, lucrare care la scară industrială este neeconomică.

- **Incinte acustice cu deschidere (reflexe)**

Dacă la o incintă acustică închisă vom practica, într-un loc corespunzător o deschidere de dimensiuni stabilite, proprietățile acustice inițiale se vor modifica. Aerul din interiorul incintei, prin deschiderea practicată, este în legătură cu aerul din exteriorul incintei, obținîndu-se un sistem acustic (mecanic) oscilant, a cărei frecvență de rezonanță nu depinde de dimensiunile difuzorului, ci numai de volumul incintei acustice.

Deschiderea se practică, de regulă, pe panoul frontal, unde este montat și difuzorul, numindu-se deschidere reflex. Frecvența de rezonanță a incintei cu deschidere este stabilită de o masă de aer

aflată în deschiderea respectivă şi de elasticitatea aerului închis în incintă. Frecvenţa de rezonanţă este cu atît mai mică cu cît volumul incintei este mai mare şi cu cît este mai mare masa de aer aflată în deschiderea reflex.

Dintre incintele acustice cu deschidere, cele mai răspîndite sînt aşa-numitele incinte „bass-reflex". Prin deschiderea reflex, presiunea aerului din incintă ce apare la mişcarea înapoi a membranei, se poate compensa. Din această cauză, incinta cu deschidere reflex, spre deosebire de incinta închisă, prin deschidere poate elibera în spaţiul înconjurător oscilaţiile ce apar în interiorul ei. Adică, incinta se comportă ca un rezonator.

Sistemul format din difuzorul montat în incintă, are două frecvenţe de rezonanţă. Una este proprie incintei acustice, iar a doua este proprie difuzorului. Prin construcţie cele două sisteme rezonante (difuzorul şi incinta) sînt strîns cuplate între ele, funcţionarea lor fiind asemănătoare cu cea a filtrului de bandă cu două circuite oscilante, din radiotehnică. Prin urmare, dimensionarea incintei „bass-reflex" trebuie făcută de aşa manieră, ca frecvenţa sa de rezonanţă să fie egală cu frecvenţa proprie de rezonanţă a difuzorului ce se utilizează. Practic, aceasta înseamnă a se acorda frecvenţa de rezonanţă a incintei pe frecvenţa de rezonanţă a difuzorului. În aceste condiţii, sistemul radiator acustic prezintă două maxime pe caracteristica impedanţei, din cauza cuplajului strîns dintre rezonatoare. Unul dintre maxime se află sub frecvenţa proprie de rezonanţă a difuzorului, din care motix se îmbunătăţeşte liniaritatea redării frecvenţelor joase.

Pentru dimensionarea incintei „bass-reflex", este suficientă cunoaşterea frecvenţei proprii de rezonanţă şi a diametrului membranei difuzorului. În funcţie de mărimea diametrului rezultă volumul incintei, iar de valoarea frecvenţei de rezonanţă depind dimensiunile deschiderii.

Incintele cu deschidere greşit dimensionată şi neacordată nu oferă o sonoritate bună. În special la frecvenţe joase apare sunetul cu duruituri neplăcute.

Caracteristica de frecvenţă şi tranzitorie optimă se obţine dacă se îndeplinesc următoarele condiţii:

1) Elasticitatea pieselor elastice de fixare a membranei difuzorului să fie egală cu cea a aerului închis în incintă.

2) Frecvenţele de rezonanţă a incintei şi a difuzorului să fie egale.

Dacă aceste condiţii sînt îndeplinite, atunci masa de aer care se află în deschiderea incintei este egală cu masa membranei difuzorului. În această situaţie frecvenţa de rezonanţă a incintei, cu deschiderea obturată, este de 2 ori mai mare ca frecvenţa proprie de rezonanţă a difuzorului.

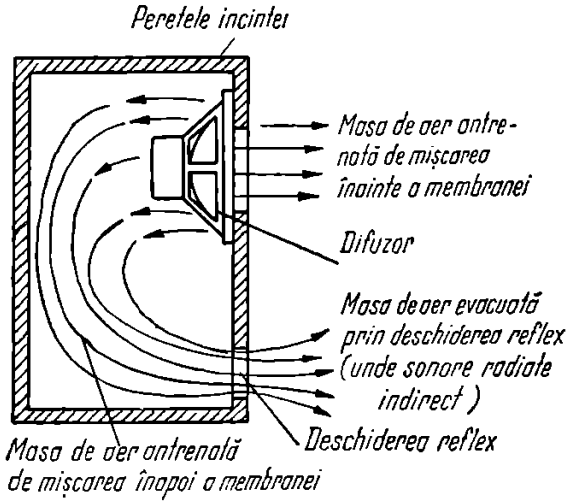


Figura 131 — Schița funcționării incintei bass-reflex.

În condițiile realizării acordului, difuzorul va fi amortizat în jurul frecvenței sale de rezonanță, fapt ce duce la îmbunătățirea caracteristicii tranzitorii și micșorarea distorsiunilor, care apar la vîrfurile de excitație.

Datorită defazării undelor acustice în interiorul incintei, undele radiate prin deschidere au aproape aceeași fază cu cele radiate de difuzor, astfel undele se adună și se obține o creștere însemnată de 4 ... 6 dB a presiunii sonore. Deoarece aerul ce trece prin deschidere este mediu perfect liniar se micșorează distorsiunile și astfel, pot fi reproduse fără distorsiuni, semnale de amplitudine foarte mare.

Deoarece frecvența de rezonanță a incintei depinde, atît de dimensiunile deschiderii cît și de volum, se pot realiza, prin alegerea corespunzătoare a acestora, incinte acustice de volum redus, cu frecvențe de rezonanță mici.

La incintele „bass-reflex", amortizarea membranei difuzorului este funcție de frecvență. Acesta este dezavantajul esențial al acestora, în raport cu incintele închise. Acest dezavantaj se poate compensa prin utilizarea de difuzoare cu amortizare proprie mare — de exemplu pe baza cîmpului magnetic puternic.

- **Labirinte acustice**

Dacă în spatele membranei difuzorului se montează un tub lung cu pereți interiori căptușiți cu un material absorbant acustic, se obține o bună amortizare într-o bandă relativ largă în jurul frecvenței de rezonanță. Se reduc astfel distorsiunile și vibrațiile nedorite din jurul frecvenței de rezonanță și se îmbunătățește caracteristica tranzitorie. Se obține o bună compensare a liniarității. Dezavantajul, că la incintele închise, este randamentul scăzut, deoarece energia din spatele membranei difuzorului este absorbită.

În locul tubului se utilizează o incintă acustică astfel împărțită, încît să realizeze funcțiile acestuia, deschiderea („capătul tubului")

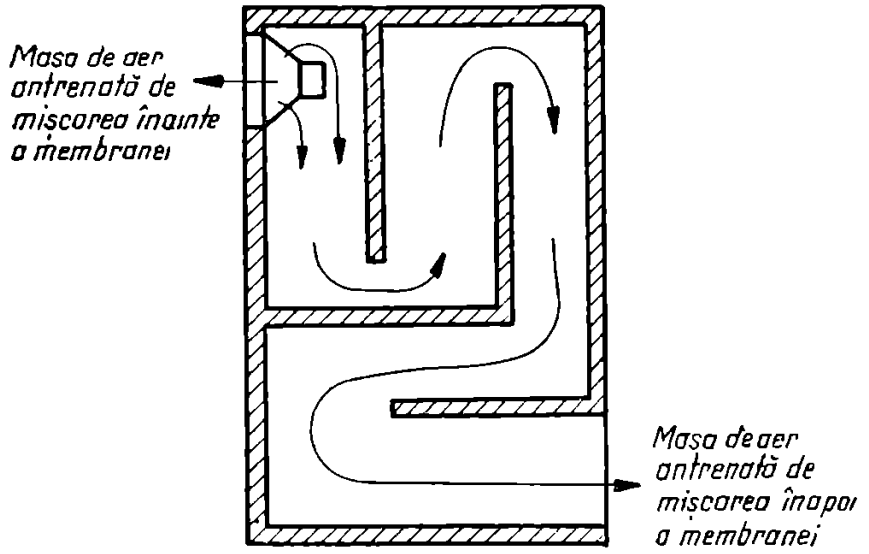


Figura 132 — Schița funcționării labirintului acustic. 1 — Masa de aer antrenată de mișcarea înainte a membranei; 2 — Masa de aer antrenată de mișcarea înapoi a membranei.

fiind practicată în partea diametral opusă a incintei. După forma secțiunii incintei poartă denumirea de labirint. Lungimea tubului trebuie să fie ceva mai mare ca sfertul lungimii de undă corespunzătoare frecvenței celei mai joase, ce dorim s-o reproducem. Astfel, se simulează tubul de lungime infinită. Aria secțiunii labirintului trebuie să fie cel puțin 70% din suprafața membranei difuzorului.

Randamentul scăzut, implică utilizarea unor amplificatoare de putere mai mare. Apare astfel posibilitatea obținerii fără distorsiuni a unor intensități sonore corespunzătoare. Chiar la vîrfurile de excitație, din cauza amortizării corespunzătoare nu apar distorsiuni remarcabile.

Utilizarea în prezent a labirintului acustic este sporadică, deoarece el nu permite realizarea sistemelor multicăi și necesită lucrări de reglaj și punere la punct, care la incintele închise nu se efectuează.

- **Pîlnii acustice**

Pîlnia acustică realizează adaptarea a două impedanțe acustice, de exemplu membrana de dimensiuni mici a unui difuzor și aerul înconjurător. Se obține astfel, un randament mai bun, deci o intensitate sonoră mai mare, se realizează și un oarecare efect de directivitate. Funcționarea se poate caracteriza ca transformator acustic. Impedanța acustică mai mică, de la gura pîlniei se adaptează la impedanța mai mare a gîtului pîlniei.

Dacă lungimea pîlniei acustice este mai mare ca lungimea de undă radiată, se poate considera pîlnia infinit lungă. Dacă însă, lun-

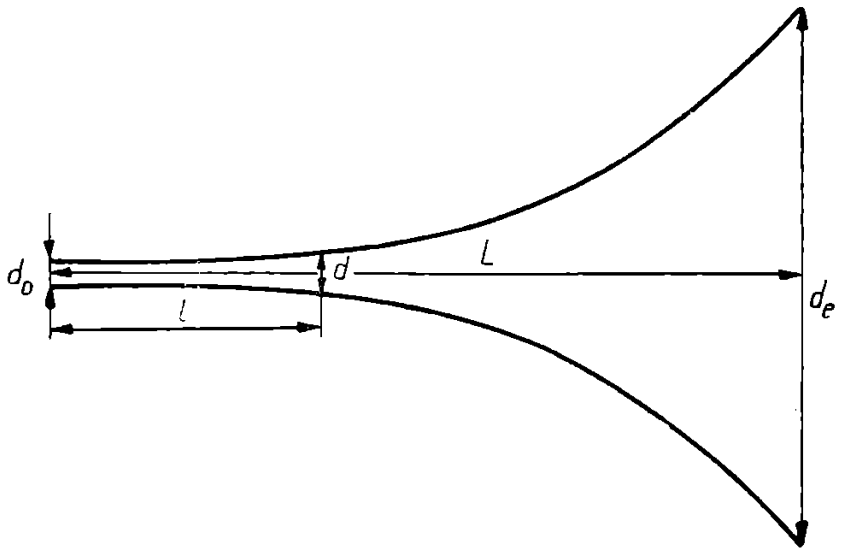


Figura 133 — Secțiune într-o pîlnie acustică exponențială.

gimea de undă este mai mare ca lungimea pîlniei se produce fenomenul de refracție. Secțiunea pîlniei poate fi de mai multe forme. Cele mai des utilizate fiind pîlniile conice și cele exponențiale. Pîlniile exponențiale au avantajul că sub o anumită frecvență limită impedanța de radiație este constantă și de valoare ridicată. Unul dintre avantajele pîlniei este acela că în interiorul ei nu se creează unde staționare. Secțiunea pîlniei exponențiale crește odată cu creșterea distanței de la gîtul pîlniei, după o relație exponențială.

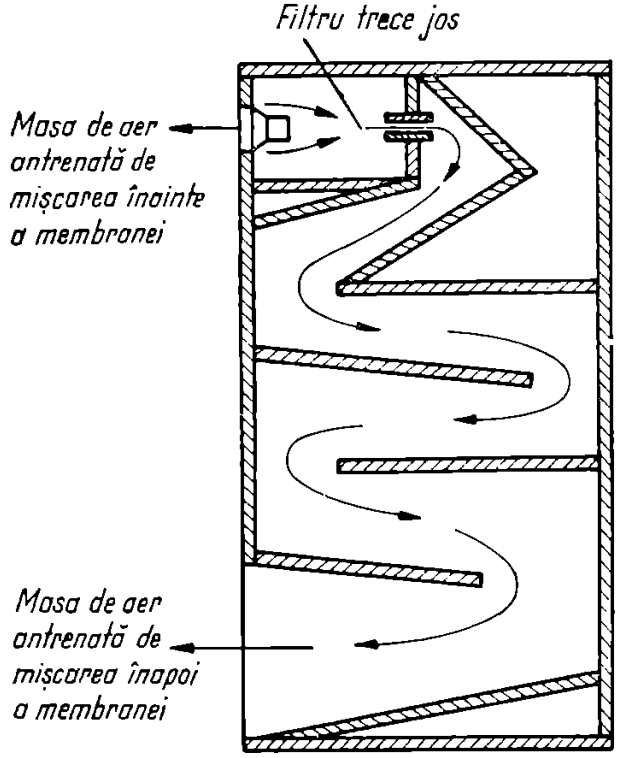


Figura 134 — Pîlnie acustică realizată într-o incintă acustică care radiază unde sonore indirecte.

Transmiterea întregii benzi audio prin pîlnii nu este posibilă din două cauze. Pe de o parte, dacă facem ca difuzorul să radieze integral în pîlnie, la frecvențe ridicate — de peste 10 kHz — apar distorsiuni inadmisibile. Pe de altă parte, transmiterea frecvențelor înalte mai este limitată și de faptul, că la intrarea în pîlnie (gîtul pîlniei), pentru o transmitere uniformă a frecvențelor într-o bandă dată, este necesar ca faza undelor să fie aceiași. În cazul existenței defazărilor apar interferențe nedorite.

Realizarea practică a pîlniilor se face în diferite forme. De multe ori pîlnia se atașează în spatele membranei difuzorului. În figura 134 difuzorul este montat într-o incintă al cărei interior este împărțit, astfel încît se obține o pîlnie frîntă. Fața membranei difuzorului radiază nemijlocit, iar spatele ei este atașat pîlniei. În această situație, între undele radiate direct și cele ce trec prin incintă (în pîlnie) apare o anumită defazare, putîndu-se obține pentru anumite frecvențe o diminuare („o stingere") a intensității lor.

1.3.5. SISTEME DE DIFUZOARE

Sistemele de difuzoare sînt alcătuite din mai multe difuzoare independente, pe care le montăm pe un panou sau incintă acustică. Necesitatea sistemelor de difuzoare apare atunci cînd dorim să reproducem uniform o bandă cît mai largă de frecvențe. La pretențiile sistemelor Hi-Fi, banda de frecvențe este de la 20 ... 20 000 Hz, cu o abatere de maxim ± 6 dB. Redarea acestei benzi nu se poate realiza cu un singur difuzor, chiar dacă el este de bandă largă. Chiar dacă ar fi un asemenea difuzor, în întreaga bandă nu s-ar putea menține distorsiunile la un nivel acceptabil.

În sistemele de difuzoare, diferitele combinații de difuzoare se pot realiza în mai multe moduri. Cazul cel mai utilizat este acela de a împărți banda în două sau trei domenii și de a se utiliza două sau trei difuzoare corespunzătoare, montate într-o incintă acustică. Se mai utilizează și azi, soluția, montării într-o incintă acustică a două sau mai multe difuzoare de bandă largă.

În funcție de numărul domeniilor în care am împărțit banda audio, care trebuie reprodusă, distingem sisteme de difuzoare cu o cale, cu două căi și cu mai multe căi (multicăi).

Într-un sistem de difuzoare, împreună cu difuzoarele de joase, de medii și de înalte, există conectate și circuitele de corecție de frecvență. Circuitele corectoare de frecvență asigura aplicarea difuzorului numai a semnalelor din domeniul de frecvențe corespunzător (joase sau medii sau înalte).

Funcție de proprietățile difuzoarelor și de modul de distribuție sonoră se utilizează circuite corectoare de frecvență cu panta de 6; 12 sau 18 dB pe octavă. Frecvențele caracteristice (de intersecție)

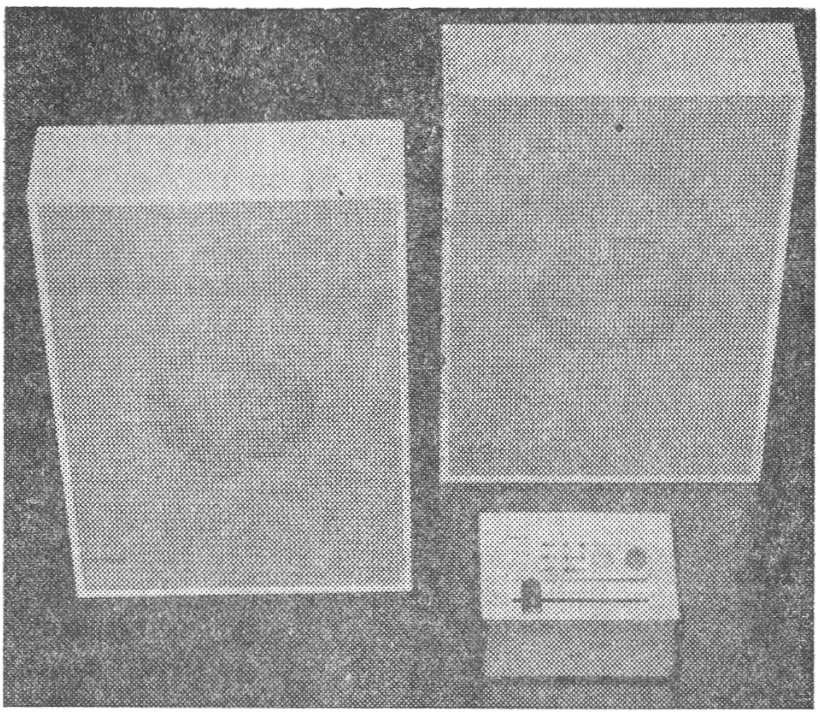


Figura 135 — Sistem de incinte acustice simple cu o cale.

depind de tipul difuzorului, respectiv de modul de distribuție sonoră. Dacă alegerea acestor frecvențe în anumite limite este arbitrară, totuși în funcței de proprietățile urechii, ele, trebuiesc stabilite la valorile optime. Pentru a se înțelege mai bine, să prezentăm un exemplu.

Sunetul „C normal", care are frecvența de 261 Hz, este sesizat în mijlocul domeniului de percepție muzicală a urechii. O modificare (un mic salt) a intensității sonore la această frecvență deranjează mai puțin decît la alte frecvențe. Din acest motiv frecvența caracteristică (de intersecție), între domeniile frecvențelor joase și al frecvențelor mijlocii, se alege la 261 Hz.

Dacă adoptăm un sistem cu două căi, cu un difuzor de joase și unul de bandă largă, se recomandă ca frecvența caracteristică să fie aleasă la 250 Hz.

În cazul general cînd se utilizează corectoare de frecvență, obținem o caracteristică de frecvență globală corespunzătoare, numai dacă fiecare difuzor din sistem, poate să redea liniar o bandă ceva mai mare decît este delimitată de frecvența caracteristică.

- **Sistemul cu o cale**

În practică, orice radiator acustic care conține doar un singur difuzor poate fi considerat ca sistem cu o cale. Astfel de sisteme sînt: panoul acustic, incinta închisă, incinta bass-reflex prevăzute cu un singur difuzor.

Diferitele pîlnii acustice deşi sînt prevăzute cu un singur difuzor sînt considerate sisteme cu două căi.

De regulă se utilizează difuzoare de bandă largă, ele înşile putînd reda banda de 40 ... 16 000 Hz. Cu ajutorul dispozitivelor acustice (panou, incintă, etc.) nu se poate lărgi banda de frecvenţe, ci doar corecta unele neuniformităţi şi îmbunătăţi distorsiunile.

După cum am mai arătat, sistemul cu o cale, nu satisface cerinţele unei reproduceri Hi-Fi. Avînd o construcţie simplă, incintele închise prevăzute cu un singur difuzor sînt foarte răspîndite (figura 135).

Sistemele cu o cale se utilizează şi în scopuri speciale. De exemplu, radiatorul special de joasă frecvenţă pentru reproducerea sunetelor chitarei-bass, dintr-o orchestră.

- **Sistemul cu două căi**

În sistemele cu două căi, de regulă, se utilizează două combinaţii de difuzoare.

1) În incinta acustică se montează un difuzor pentru redarea frecvenţelor joase şi medii, şi un difuzor pentru redarea frecvenţelor înalte.

2) În incinta acustică se montează un difuzor pentru redarea frecvenţelor joase şi un difuzor de bandă largă.

În ambele cazuri, difuzoarele sînt alimentate prin filtre de separare, iar impedanţa echivalentă rezultată, constituie sarcina etajului final de putere.

Conectarea în circuitul difuzoarelor a filtrelor de separare se face în felul următor. Se stabileşte care este difuzorul pentru reproducerea frecvenţelor joase şi în serie cu acesta se conectează o bobină cu inductanţa L, iar în serie cu difuzorul pentru redarea frecvenţelor înalte, se conectează un capacitor cu capacitatea C. Cele două difuzoare legate cu elementele L şi C, se conectează în paralel (figura 136).

La sistemele mai simple, în unele cazuri, este avantajos, dacă frecvenţele caracteristice corespunzătoare domeniilor frecvenţelor joase şi celor înalte, se aleg independent. În acest caz se utilizează filtrul de separare cu panta de 6 dB pe octavă, prezentat în figura 136.

În cazul incintelor acustice închise şi unde se cere ca frecvenţele joase să fie redate cu randament bun, frecvenţa caracteristică

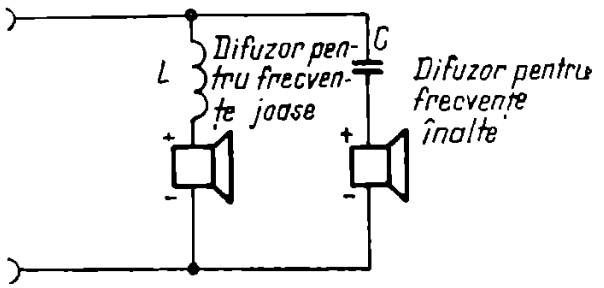


Figura 136 — Schema electrică a filtrului de separaţie cu panta de 6 dB/octavă pentru un sistem de difuzoare cu două căi.

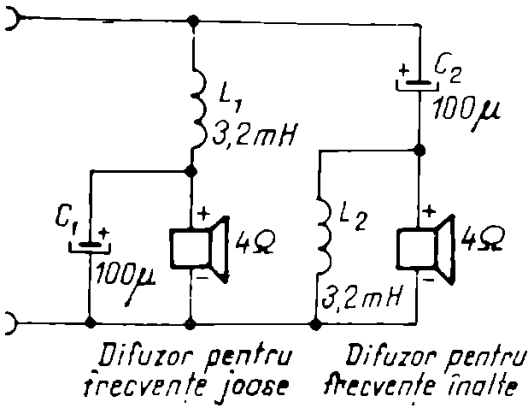


Figura 137 — Schema electrică a filtrului de separare cu panta de 18 dB/octavă, pentru un sistem de difuzoare cu două căi.

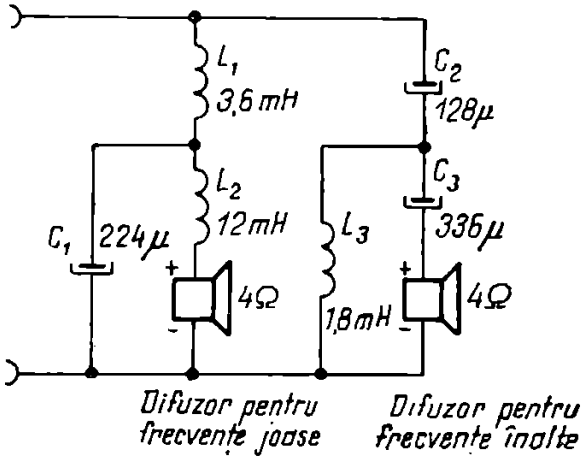


Figura 138 — Schema electrică a filtrului de separare cu panta de 12 dB/octavă, pentru un sistem de difuzoare cu două căi.

nu se mai poate alege oricum. În acest caz, panta filtrului de separare trebuie să fie mai mare (de exemplu 12 dB/octavă), care se realizează tot cu componente L—C (figura 137).

La sistemele cu două căi, uneori, se utilizează și filtre de separare cu panta mai mare, de 18 dB/octavă, care de obicei se folosesc la combinația cu: difuzor de medii și de înalte, și difuzor de joase cu pîlnie acustică (figura 138).

Sistemele cu două căi se realizează în principal cu incinte acustice închise. În ultimii ani s-au conceput și fabricat incinte acustice închise, despărțite acustic în interior. Adică între radiatorul de frecvențe joase și cel de frecvențe înalte există o separație acustică. O astfel de incintă de marca Pioneer, este prezentată în figura 139. La această incintă, pentru difuzorul de frecvențe înalte s-a prevăzut, separat, o pîlnie acustică.

Cu sistemele cu două căi se obține deja banda de 40 . . . 20 000 Hz, cu abateri acceptabile. Din punct de vedere al puterii, cel mai des se întîlnesc variantele de 20 . . . 40 W.

- **Sistemul cu mai multe căi**

În majoritatea cazurilor, sistemele cu mai multe căi sînt realizate, cu incinte închise, cu trei căi și rar cu patru căi. În acest sistem se împarte banda de frecvențe, care trebuie reprodusă în trei (sau patru) domenii și se prevăd pentru căile alese, difuzoare corespunzătoare. La un sistem cu trei căi, de exemplu, difuzorul de frecvențe joase se extinde în domeniul 30 . . . 500 Hz, cel pentru domeniul frecvențelor medii între 500 . . . 6 000 Hz, iar cel pentru frecvențele înalte între 5 000 . . . 20 000 Hz.

Și în cazul sistemelor multicăi se utilizează filtre de separare, care de regulă sînt filtre trece sus, trece jos și trece bandă. În fi-

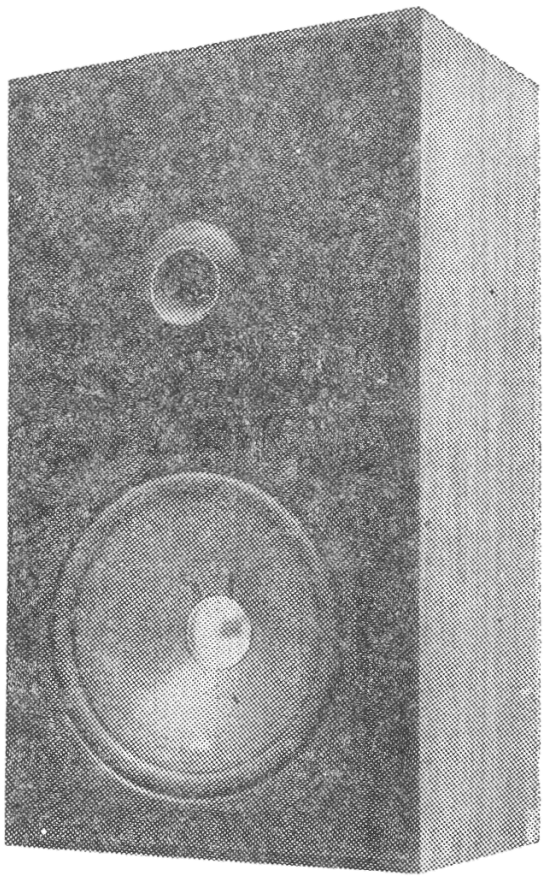


Figura 139 — Incintă acustică închisă pentru un sistem de difuzoare cu două căi (de fabricație Pioneer).

gura 140 *a* se prezintă un sistem cu trei căi, cu impedanța de intrare de 5 Ω, al incintei acustice „LW6", prezentîndu-se și valorile electrice ale filtrelor de separație. În figura 140 *b* se prezintă caracteristica amplitudine-frecvență, care se obține la ieșirea de: joase, medii și înalte. Se observă că frecvența caracteristică (de intersecție) între domeniul frecvențelor joase și medii este la 2 900 Hz, iar între medii și înalte este de 6 000 Hz. În figura 140 *c* se prezintă cele trei difuzoare utilizate, iar în figura 140 *d* se prezintă caracteristica de frecvență a incintei, măsurată la distanța de 2 m.*

Liniaritatea reproducerii sunetelor, la sistemele multicăi, nu depinde numai de difuzoare și de incinta acustică, ci în mare măsură și de mediul înconjurător. Primul factor de influență este prezența materialului textil, care îmbracă panoul frontal al incintei. Acesta influențează negativ, în special sunetele înalte. Din acest motiv, unele incinte nu au panoul frontal acoperit cu material textil. Pentru protejarea membranei, uneori se aplică un grilaj (sită) metalic, cu desimea medie, în fața difuzoarelor care nu influențează radiația acustică (fig. 141).

Caracteristica liniară în cazul anumitor programe sonoră nu este cea mai favorabilă, situație în care este utilă modificarea acesteia.

* — Paragraf elaborat de traducător după „FUNK-TEHNIC" 1969, Nr. 7, p. 252.

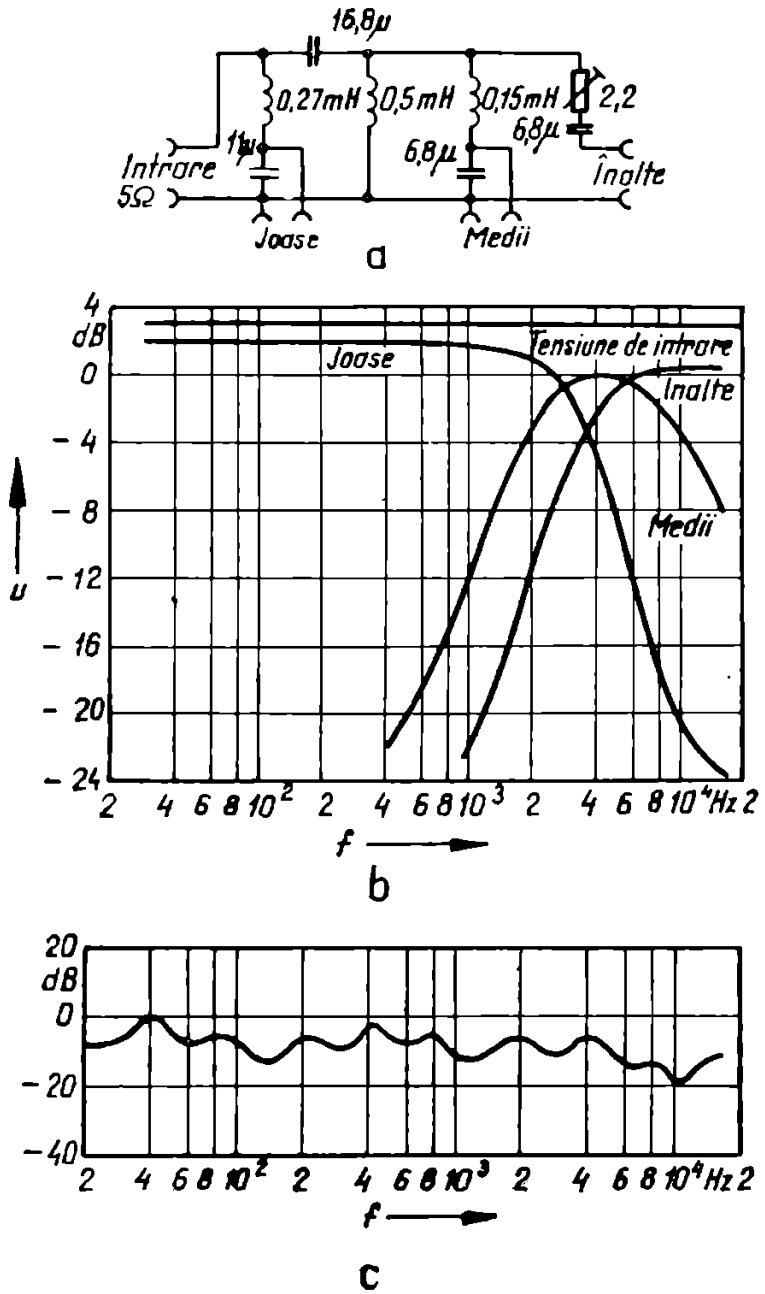


Figura 140 — *a*) Schema electrică a filtrului de separație cu trei căi; *b*) Caracteristica de frecvență; *c*) Caracteristica de frecvență globală a incintei.

Astfel, s-au realizat filtre de separare, cu elemente reglabile rezistive (potențiometre) cu ajutorul cărora se poate modifica caracteristica de frecvență. Cu aceste reglaje se poate obține de exemplu o micșorare a frecvențelor înalte de peste 6 kHz, în favoarea frecvențelor joase. O asemenea soluție tehnică este folosită la incinta CS-3000 A — marca Pioneer (figura 142). Cu ajutorul a două potențiometre se poate regla domeniul frecvențelor medii și al înaltelor, curba caracteristicii fiind afișată pe o scală specială.

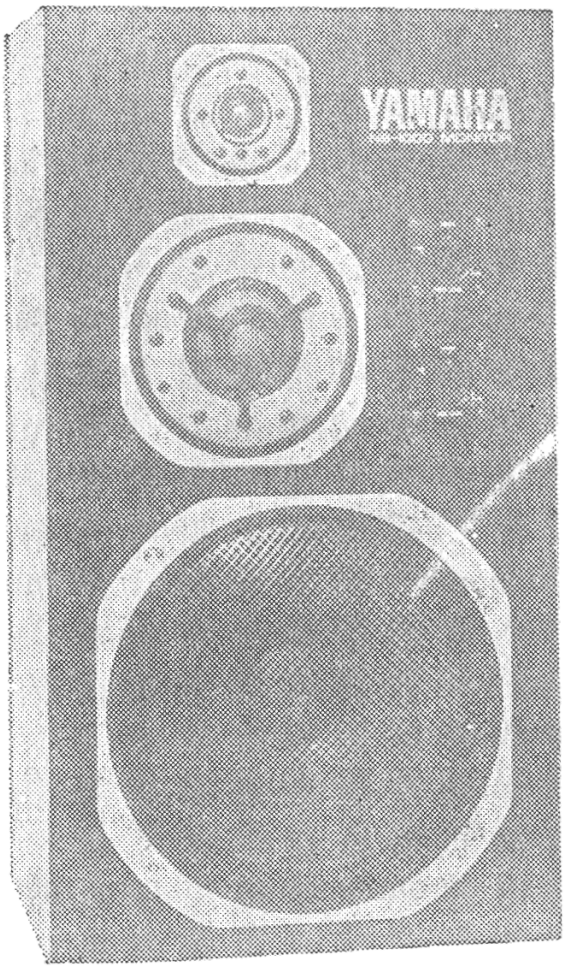


Figura 141 — Incintă acustică închisă pentru un sistem de difuzoare cu trei căi, fără mască textilă, cu apărătoare din sită metalică.

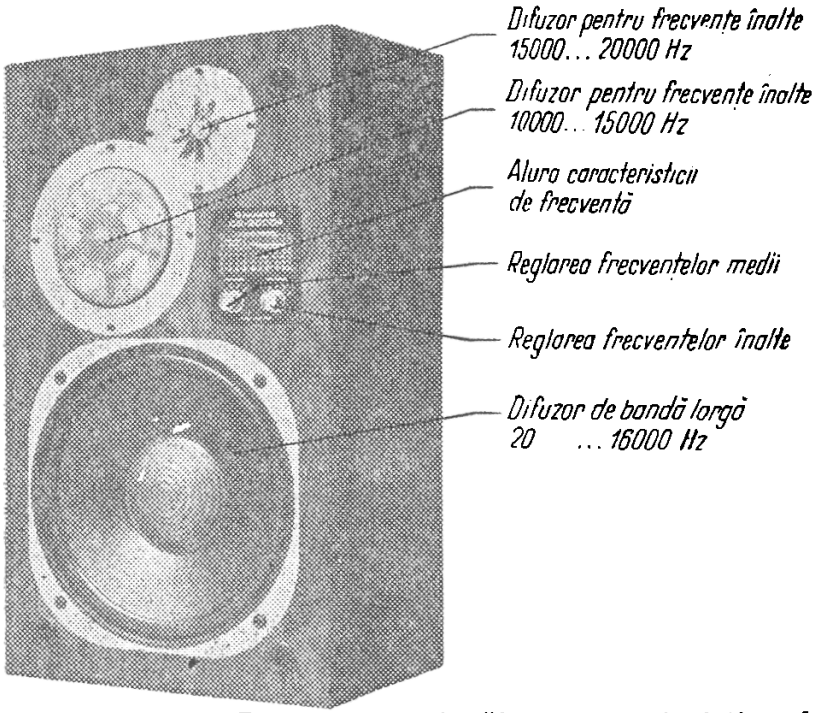


Figura 142 — Sistem cu trei căi, cu caracteristica de frecvenţă variabilă (de fabricaţie Pioneer).

1.3.6. CĂȘTI ACUSTICE

În majoritatea cazurilor căștile acustice utilizate în tehnica sunetului sînt de calitate Hi-Fi, pentru transmisiuni stereo sau cuadrofonice. Și în cazul căștilor acustice se pune problema calității redării sunetelor, caracteristicile lor calitative determinînd în final calitatea audiției. Audierea programelor sonore cu ajutorul căștilor acustice, dau cu totul alt rezultat acustic, față de redarea cu difuzoare. Deosebirea constă în aceea, că la audiția cu difuzoare mediul-spațiul înconjurător, are o mare influență asupra undelor sonore, apar reflexii, reverberații, absorbții, etc., care modifică într-o oarecare măsură fidelitatea programului. La audiția cu căștile, ambele urechi fiind izolate de mediul înconjurător, dispare influența negativă a acestuia.

Pentru audierea simultană de către mai multe persoane, a programului sonor sînt necesare mai multe perechi de căști, care se conectează la un distribuitor rezistiv, ce se poate cupla la ieșirea amplificatorului (figura 143).

Căștile utilizate pentru diferite scopuri, se pot împărți după tipul constructiv:

- — căști dinamice, cu membrană de celuloză
- — căști dinamice, cu membrană din mase plastice
- — căști electrostatice
- — căști dinamice cu membrană metalică
- — casca dinamică telefonică.

În tehnica sunetului, pentru o redare de bandă largă sînt utilizate numai căștile dinamice cu membrană de celuloză (hîrtie), restul tipurilor se utilizează în diferite domenii din telecomunicații.

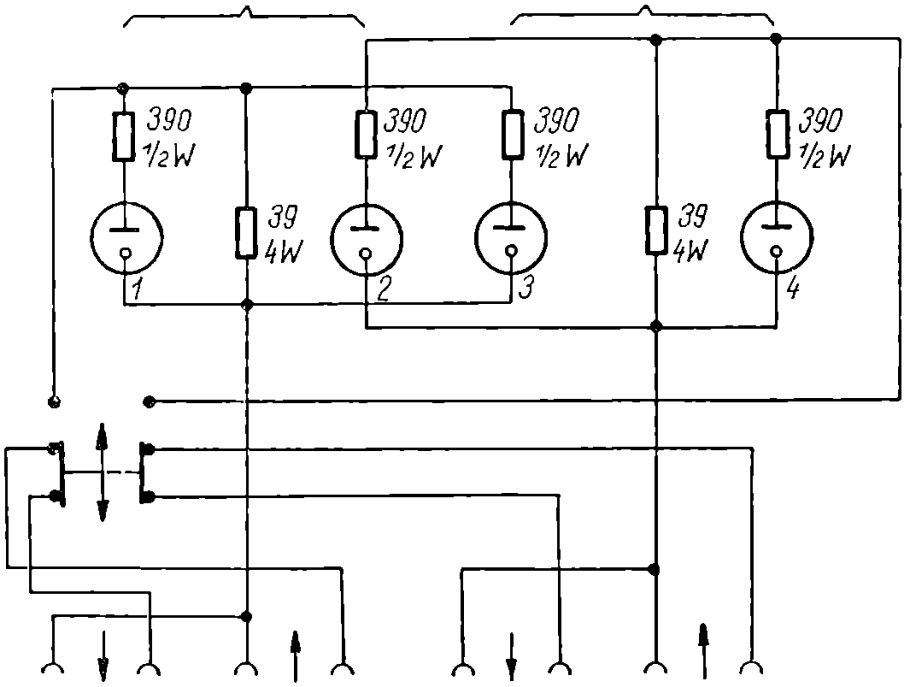


Fig. 143 — Distribuitor pasiv pentru două perechi de căști sterec acustice cu impedanța de 15 Ω.

De fapt căştile dinamice cu membrană de celuloză, sînt două difuzoare dinamice de dimensiuni reduse, care sînt montate în mici incinte, corespunzătoare, redării de bandă largă. Impedanţa căştilor poate fi între 8 . . . 150 Ω.

Funcţionarea căştilor are caracteristici asemănătoare cu cea a difuzoarelor montate în incinte acustice.

Dacă cu ajutorul difuzoarelor, în scopul redării benzii de frecvenţe putem realiza sisteme multicăi, în cazul căştilor sarcina de a reproduce întreaga bandă revine cîte unui difuzor de dimensiuni reduse, de aici provine şi deosebirea de sonoritate.

Calitatea şi suprafaţa membranei difuzoarelor influenţează mărimea distorsiunilor neliniare. Natura distorsiunilor neliniare este dată de armonicile de ordinul doi (pare). În incintele acustice închise, masa de aer se comportă diferit la mişcarea înapoi (de presare), decît la mişcarea înainte, a membranei difuzorului, aceasta fiind cauza distorsiunilor neliniare. Prin urmare, cu cît este mai mare amplitudinea mişcării membranei (elongaţia), cu atît sînt mai mari distorsiunile. Intensitatea sunetelor, corespunzătoare frecvenţelor joase, depinde de amplitudinea mişcării membranei. Prin urmare, la frecvenţele joase, acţiunea distorsionantă a masei aerului din incinta, este mai mare.

Acelaşi fenomen se constată şi-n cazul căştilor acustice. Mai ales că diametrul membranei este mai mic, efectul masei de aer închis în spatele membranei, micşorează considerabil redarea frecvenţelor joase. Pentru ameliorarea redării frecvenţelor joase, la căşti, se practică două metode.

Figura 144 — Căşti Hi-Fi de fabricaţie AKG, cu bordură de buret îmbrăcată cu piele sintetică.

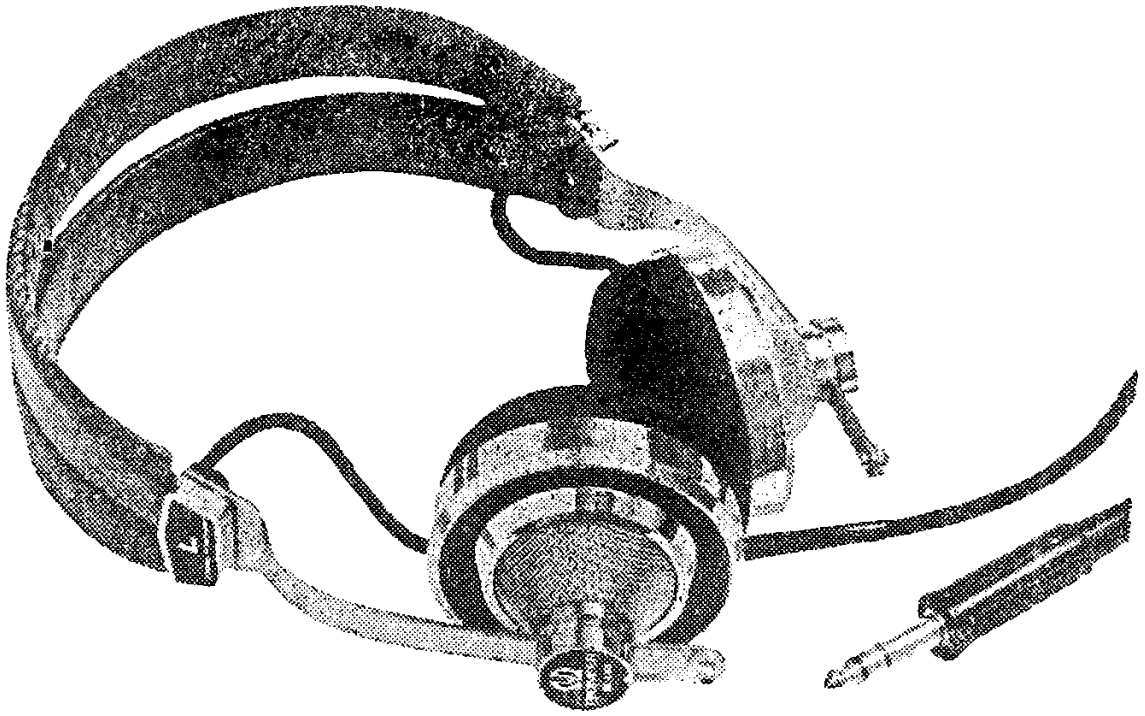


Figura 145 — Căşti Hi-Fi de fabricaţie Pioneer, realizate cu deschidere, în partea din spate a membranei, din sită metalică.

Una dintre metode constă în micşorarea la minim a masei de aer din faţa membranei căştii, adică a formării între ureche şi membrană aşa-numitului „gol acustic". Practic, aceasta se realizează prin aplicarea unei borduri inelare din material spongios (burete), care înconjoară marginea membranei, izolînd masa de aer dintre ureche şi casca, de mediul înconjurător. Inelul din material spongios este protejat cu o îmbrăcăminte din piele sintetică.

A doua metodă, eficientă în special la frecvenţe sub 500 Hz, constă în practicarea în carcasa (cutia) din spatele membranei a unor deschizături. Existenţa acestei deschideri permite o mai uşoară vehiculare a aerului, atît la mişcarea înainte cît şi la mişcarea înapoi, a membranei. Din cauza modului de mişcare a aerului din spatele membranei, aceste tipuri de căşti se mai numesc „căşti respiratoare".

Firma Pioneer a realizat deschiderea din spatele membranei sub forma unei site cu orificii mărunte, în figura 145 se prezintă căştile de tip SE-L40 de calitate Hi-Fi.

În general căştile acustice Hi-Fi au banda de redare de 40 ... 20 000 Hz, cu o abatere de ± 8 dB. În ciuda faptului, că din cauza dimensiunilor mici ale membranei apar distorsiuni Doppler destul de mari, utilizarea căştilor este preferabilă, oricărui sistem de difuzoare. Aceasta, datorită faptului că în procesul audiţiei se exclude influenţa acustică nedorită a spaţiului înconjurător.

Capitolul 2

Aparate pentru redarea şi înregistrarea sunetului

Aşa cum am prezentat în introducere, aparatele acestea se împart în trei categorii principale: picupuri, radioreceptoare şi magnetofoane. Aceste trei categorii de aparate se fabrică în nenumărate tipuri şi variante, de categorii calitative diferite.

În tehnica modernă a sunetului, aparatele pentru redare şi înregistrare a sunetului, pentru a fi utilizabile corespunzător şi a putea face schimburi de materiale sonore (înregistrate), trebuie să îndeplinească cîteva condiţii generale:

a) Picupul trebuie să poată fi utilizat în condiţiile unor norme internaţionale, atît pentru discuri mari sau mici, deci să fie prevăzut cu viteze corespunzătoare. Fluctuaţiile turaţiei trebuie să fie cît mai mici. Sistemul format din doza de picup şi lanţul de amplificare trebuie să fie corespunzător reproducerii cît mai fidele a materialului sonor, care se află imprimat pe purtător (pe disc). În condiţiuni de funcţionare normale să nu altereze mecanic şanţurile discului, care conţin informaţia sonoră — chiar după mai multe reproduceri.

b) Cu ajutorul radioreceptorului să se poată recepţiona staţiile de radiodifuziune din gamele normalizate, să se poată recepţiona atît programe mono cît şi stereo. Să permită efectuarea recepţiei în banda de unde ultrascurte (UUS) a emisiunilor emiţătoarelor, care lucrează cu norma OIRT şi CCIR.* Caracteristicile calitative ale lanţului audio să corespundă normelor internaţionale.

c) Aparatele pentru înregistrarea-redarea magnetică a sunetului — magnetofoanele, trebuie să fie prevăzute cu viteze de deplasare a benzii, normalizate internaţional, iar fluctuaţiile vitezei să fie cît mai mici. Calitatea înregistrării să corespundă exigenţelor unei fi-

---

N.T. * În norma OIRT adoptată în ţările est europene, banda UUS este 65...73 MHz, iar în norma CCIR, adoptată în ţările occidentale, banda UUS este 88...108 MHz.

delități și inteligibilități ridicate, caracteristicile de redare și distorsiunile să fie corespunzătoare normelor internaționale.

Condițiile generale prezentate mai sus, creionează doar, aspectele calitative multiple, pe care trebuie să le îndeplinească aceste aparate. Trebuie, însă subliniat un punct de vedere principal, destinația utilizării aparatelor va determina calitatea acestora. În vîrful piramidei calității se află și în prezent aparatele destinate tehnicii de studio (profesionale), urmate fiind de aparatele Hi-Fi. Aparatelor cu o asemenea destinație, li se impun condiții calitative deosebite în raport cu alte categorii de aparate.

În tehnica sunetului, aparatele pentru redare și înregistrare sînt denumite în general surse de program. Înțelegînd prin aceasta și faptul că cea mai importantă destinație a acestor aparate este: înregistrarea-păstrarea (conservarea) și redarea diferitelor programe muzicale sau vorbite. Referitor la aceasta, de la aceste aparate așteptăm mai cu seamă, redarea cu o cît mai bună naturalețe (a peisajului sonor).

2.1. **PICUPUL**

Picupul este după fonograful învechit și depășit tehnologic, al doilea și cel mai răspîndit aparat, folosit de către marele public, pentru redarea sunetelor, care sînt înregistrate pe discul fonografic.

Deoarece, înregistrarea discului se face cu aparatură de studio și prin natura sa, el nu este zgomotos, se poate presupune, că și redarea se poate face în aceleași condiții, utilizîndu-se aparate de redare corespunzătoare.

În practică sînt însă utilizate, multe picupuri de calitate mediocră și slabă. Chiar între picupurile uzuale, există diferențe calitative enorme. O clasificare generală după utilizarea lor, este:

— picupuri de joacă pentru copii
— picupuri portabile alimentate de la baterii
— picupuri portabile alimentate de la rețea
— picupuri automate alimentate de la rețea
— picupuri staționare alimentate de la rețea
— picupuri Hi-Fi

Majoritatea dintre aceste aparate, nu poate fi considerată, chiar cu exigențe mai scăzute, utilă în tehnica amatoricească a sunetului. În primul rînd, picupurile sînt aparate, care nu pot reproduce programele sonore după disc, în condițiile în care acestea au fost înregistrate. În al doilea, picupurile uzuale, ieftine, au parametrii calitativi, care nu îndeplinesc minimul necesar al cerințelor unei redări de calitate.

2.1.1 NORME INTERNAȚIONALE

Discurile fonografice au dimensiunile și caracteristicile tehnice normalizate în scopul utilizării lor în toată lumea. Prin urmare și aparatele de redare, picupurile, trebuie să îndeplinească norme tehnice internaționale, în scopul posibilității de a se putea reda discuri fabricate de diferite firme din lume.

Deoarece, normele tehnice ale picupurilor sînt în strînsă legătură cu normele standardizate ale discurilor, considerăm util a le prezenta împreună, făcînd observațiile de rigoare, de la caz la caz. Acestea sînt:

— sensul de rotație al discului
— sensul de deplasare al vîrfului de redare
— viteza de rotație a discului
— dimensiunile vîrfului de redare
— corecțiile de frecvență la redare

Sensul de rotație al discului

Indiferent de viteza de rotație a platanului, care antrenează discul, sensul de rotație este acela al acelor de ceasornic.

Sensul de deplasare al vîrfului de redare

Independent de turația discului, începutul programului înregistrat se face de la marginea exterioară, unde sînt prevăzute șanțuri (de angajare), care determină mișcarea vîrfului de redare de la extremitate spre centru. Șanțurile, care conțin programul sonor înregistrat, au traiectoria după o spirală plană, astfel în timpul redării, vîrful de redare se mișcă spre centrul discului (pînă la șanțul de sfîrșit).

Viteza de rotație a discului

În paralel cu dezvoltarea tehnologiei de fabricare a discurilor s-au normalizat — internațional valabile — următoarele viteze de rotație:

— 78 rotații/minut — discuri cu șanț normal: lărgimea șanțului gravat a=0,15 mm, unghiul de deschidere al șanțului 90°, — discuri vechi, azi rar utilizate.
— 45 rotații/minut — discuri cu șanț îngust (micro șanț): lărgimea șanțului gravat a=0,051 mm, unghiul de deschidere al șanțului 90°, — discuri de diametru mic, mono sau stereofonice.
— $33^1/_3$ rotații/minut — discuri cu șanț îngust, de format mare, pentru redarea mono, stereo sau cuadrofonică.
— 16 rotații/minut — discuri pentru redarea mono a benzii vocale, de tip vechi, după norma DIN.

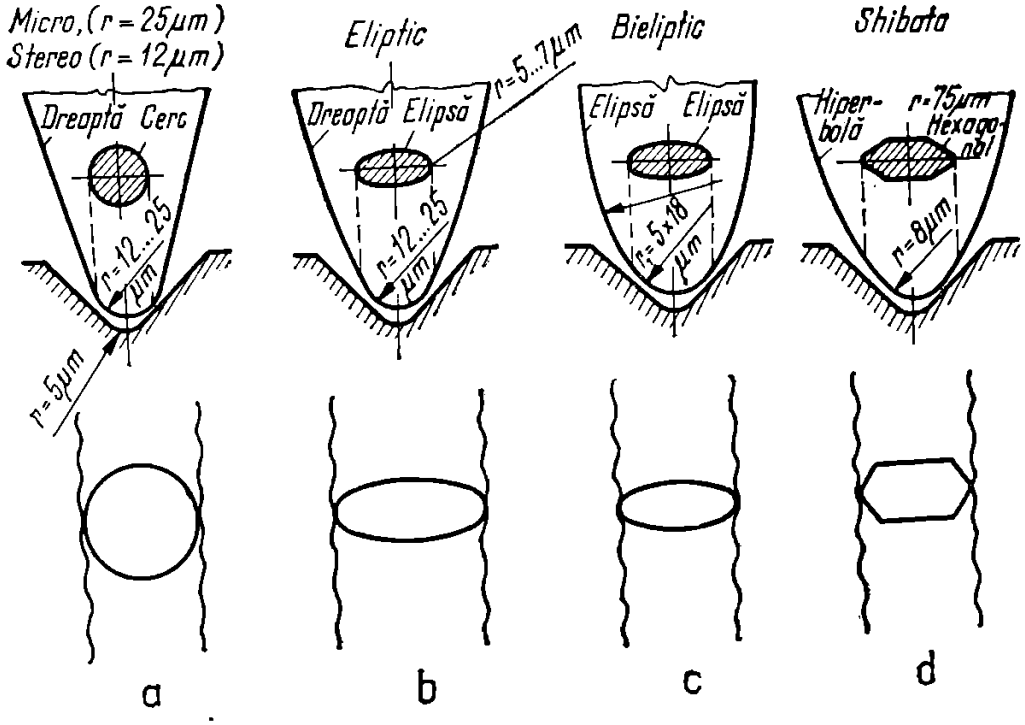


Figura 146 — Forma şi dimensiunile vîrfurilor de redare.

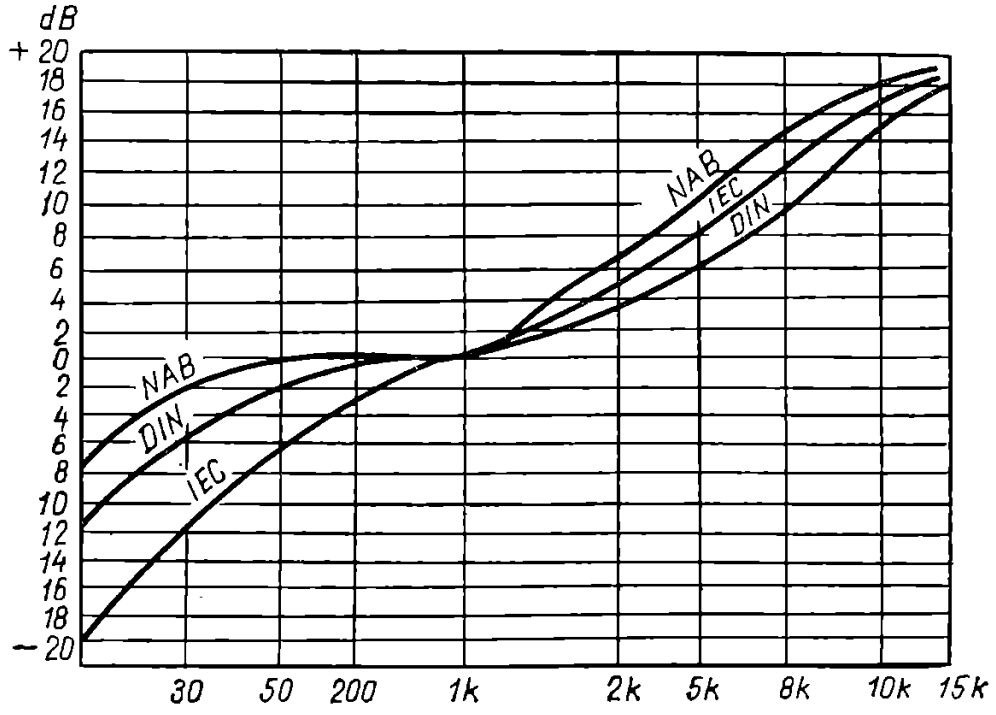


Figura 147 — Caracteristicile de frecvenţă ale diferitelor tipuri de corecţie, utilizate la redarea discurilor.

Dimensiunile vîrfului (acului) de redare

Dimensiunile vîrfului de redare (acului de redare) depind de dimensiunile șanțului gravat pe disc. În funcție de disc: dacă e cu șanț normal sau cu microșanț înregistrare mono, stereo sau cuadrofonică, sînt necesare la redare vîrfuri de diferite dimensiuni. Vîrful de redare, avînd forma unui con cu vîrful rotunjit sub forma unei calote sferice, are dimensiunea caracteristică raza de curbură — r — a calotei. În cazul vîrfurilor de redare eliptice se dau două dimensiuni. Pe baza acestor considerente se utilizează forme de vîrfuri de redare cu următoarele dimensiuni: (fig. 146)

— pentru discuri cu șanț normal, $r=50 \ldots 75$ μm
— pentru discuri cu microșanț, mono, $r=20 \ldots 25$ μm
— pentru discuri cu microșanț stereo, de secțiune:
  — circulară $r=12 \ldots 16$ μm
  — eliptică $r=5 \ldots 7/12 \ldots 25$ μm
  — bieliptică $r=5 \ldots 6/10 \ldots 18$ μm
— pentru discuri cu microșanț pentru redarea cuadrofonică vîrful Shibata, $r=6 \ldots 8$ μm

Corecția de frecvență la redare

Așa cum am mai arătat în paragraful 1.2.3., din cauza fenomenelor ce însoțesc procesul de înregistrare al discurilor sînt necesare aplicarea unor corecții de frecvență. Factorii, care determină necesitatea corecției de frecvență și forma caracteristicii sînt:

— Amplitudinea deplasării acului gravor la frecvențele joase. Acul gravor poate urmări mai bine semnalele de frecvență mai joasă, astfel în acest domeniu este necesară o micșorare a nivelului semnalului aplicat.

— În domeniul frecvențelor mijlocii (unde și repartiția energiei sonore este mai mare, vezi anexa) unghiul maxim de deviere al șanțului, trebuie să se situeze sub o anumită valoare, pentru a conferi gravării un caracter continuu. Cum mărimea acestui unghi depinde de frecvență, va trebui în această zonă să avem o corecție a semnalului aplicat după o caracteristică de frecvențe lent crescătoare.

— Peste o anumită frecvență numită frecvența de tranziție superioară, se urmărește ca dispozitivul gravor să aibe o accelerație a mișcării sale de oscilație constantă, aceasta implică o caracteristică de frecvență crescătoare.

Rezultă astfel, caracteristica corecției la înregistrarea discului formată din trei zone:

Zona frecvențelor joase limitat de frecvența de tranziție inferioară, zona frecvențelor mijlocii, între frecvența de tranziție inferioară și cea superioară și zona frecvențelor înalte (figura 72, figura 147). La redarea discului, ansamblul doză de redare — amplificator va trebui să aibe o corecție de frecvență egală ca mărime,

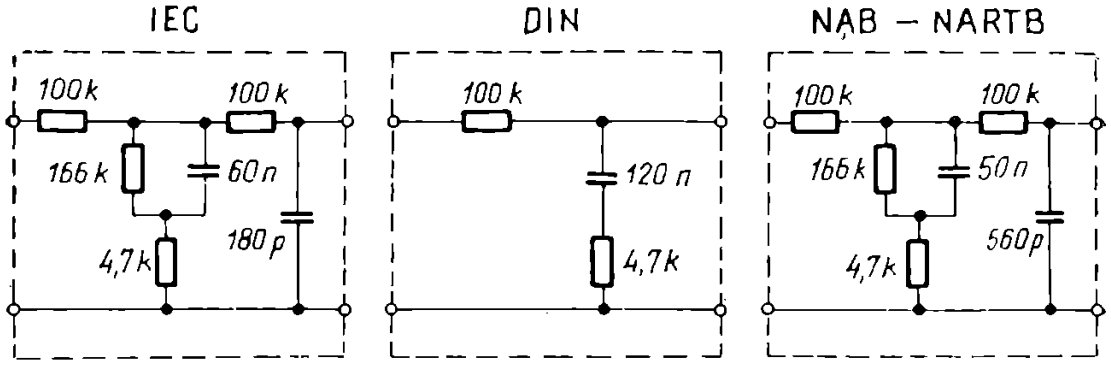


Figura 148 — Schema electrică a celulelor corectoare după diferitele norme.

dar de semn opus, rezultînd o caracteristică globală înregistrare-redare, liniară.

Trebuie făcută observația importantă că din 1970, pe baza unor înțelegeri internaționale, în scopul uniformizării depline a caracteristicilor de înregistrare-redare a discurilor, este unanim adoptată corecția recomandată de CEI (IEC). Punctele de inflexiune ale curbei sînt: 50 Hz (3 180 μs), 500 Hz (318 μs), 2 122 Hz (75 μs). Valorile din paranteze reprezintă constantele de timp corespunzătoare acestor frecvențe.

Corectoarele se realizează cu circuite RC. În figura 148, se prezintă cîteva variante posibile, corespunzător normelor CEI, DIN și NAB*.

2.1.2. CARACTERISTICI CALITATIVE

Calitatea picupurilor se poate releva cu ajutorul parametrilor mecanici și electroacustici. În cele ce urmează, vă facem cunoscute, în primul rînd, noțiuni calitative asupra picupurilor Hi-Fi.

- **Caracteristici mecanice**

Diametrul platanului

Din punct de vedere al redării sunetului este cel mai bine dacă discul se află sprijinit cu întreaga suprafață pe aria platanului și nu-l depășește pe acesta. Este deci, de preferat, ca diametrul platanului să fie de cel puțin 300 mm.

Masa platanului

În cazul antrenării directe a platanului, în scopul reducerii fluctuațiilor de turație, un rol important îl are masa platanului. Datorită inerției, se obține o ameliorare a acestora. La picupurile Hi-Fi masa platanului este de 1,5 . . . 2 kg sau mai mare.

* NAB — National Association of Broadcaster — Asociația națională de radiodifuziune.

Antrenarea platanului

Modul de antrenare a platanului, depinde de tipul constructiv și poate fi direct cu rola de fricțiune, direct cu curea de transmisie, indirect cu rola de fricțiune, indirect cu curea de transmisie, etc. În primul rînd, influențează fluctuațiile de turație și nivelul zgomotelor mecanice.

Fluctuația turației

La redarea discului este necesară o turație constantă pe minut, fluctuația acesteia se exprimă în %. Fluctuațiile sînt cauzate de uzura rulmenților, bucșelor, a pieselor de antrenare, de variația turației motorului, excentricitatea pieselor ce se rotesc, etc. La picupurile uzuale valoarea fluctuațiilor este de 0,5%, pentru cele Hi-Fi trebuie să fie sub 0,1%.

Turația platanului

Sînt cunoscute, deja turațiile pe minut acceptate pe plan mondial, care sînt necesare la redare.

Dispozitivul antiskating

Pentru compensarea efortului forței centripete, care acționează asupra brațului de picup, efect ce determină alunecarea brațului spre interiorul discului, se utilizează sistemul antiskating. Echiparea picupurilor cu asemenea sisteme s-a făcut odată cu apariția discurilor stereo cu șanț îngust, realizîndu-se astfel o repartizare simetrică a forței de apăsare a vîrfului de redare în șanțul gravat.

Forța centripetă fiind practic cca 10% din valoarea forței de apăsare, sistemul antiskating va trebui să acționeze cu o astfel de forță (în sens opus forței radiate, centripete), care să anuleze efectul acesteia.

- **Caracteristici electroacustice**

Caracteristica de frecvență a dozei

Banda de frecvențe redate de către dozele uzuale este cel puțin 40 ... 16 000 Hz, pentru dozele Hi-Fi de cel puțin 20 ... 20 000 Hz cu o abatere de ± 3 dB.

Diafonia între canale

În dozele stereo se produce diafonia între canale, care se exprimă în dB. Diafonia se pune în evidență cantitativ cu ajutorul discului de măsură, pe care este înregistrată alternativ pe canalele A și B, frecvența de 1 000 Hz. Se măsoară diafonia între canale, ea trebuie să fie la dozele de calitate 30 ... 35 dB.

Impedanța de ieșire

Reprezintă impedanța nominală de ieșire a dozei. La dozele de cristal și ceramice este de cca 0,5 ... 1,5 MΩ, la cele magnetice și dinamice de cca 10 ... 50 kΩ.

Tensiunea semnalului de ieșire

Este nivelul semnalului obținut la bornele de ieșire conectate pe impedanța de sarcină (egală cu cea de ieșire a dozei), atunci cînd

se redă discul standard, pe care este înregistrat nivelul 0 dB, la frecvența de 1 kHz și turația nominală.

Reglajul forței de apăsare a vîrfului de redare

În funcție de calitatea dozei și a vîrfului de redare, pentru obținerea nivelului nominal al semnalului de ieșire, este necesară o anumită forță de apăsare a vîrfului pe disc. În cazul dozelor magnetice și dinamice forța de apăsare este de 0,5 ... 2,5 dyne, iar la cele ceramice și cu cristal de 3 ... 8 dyne, de la tip la tip.

Zgomotele de natură mecanică

Numite uneori și duruituri, apar în timpul redării discului și sînt generate de mecanica de antrenare, prin vibrații ce influențează doza de redare, la bornele căreia se obține o tensiune de audiofrecvență perturbatoare. Măsurarea acestei perturbații se face în timpul funcționării normale a picupului, dar „redîndu-se" o porțiune de disc neînregistrată.

2.1.3. CONSTRUCȚIA PICUPULUI

Picupul este un aparat format din părți mecanice și electrice, care sînt astfel asamblate încît fac posibilă redarea informației sonore, care a fost înregistrată în prealabil pe discurile fonografice.

Principalele părți mecanice sînt: platanul, motorul de antrenare, brațul și carcasa. Părțile componente electronice sînt: doza de redare, circuitele motorului, circuitele de comandă și de comutare. Părțile mecanice ajutătoare sînt: liftul brațului, automatul de pornire-oprire, mecanismul antiskating.

Sistemul de antrenare

Este partea mecanică a picupului, care face posibilă efectuarea mișcării de rotație a discului cu turația corespunzătoare și constantă, fără fluctuații. Sistemul de antrenare este format din următoarele subansamble principale: platanul, motorul de antrenare și mecanismele de transmisie.

După modul de antrenare al platanului, deosebim:

— antrenare directă prin fricțiune
— antrenare directă prin curea de transmisie
— antrenare indirectă prin curea de transmisie
— antrenare directă, platanul fiind piesa comună cu rotorul motorului de antrenare

Antrenarea directă prin fricțiune

Este utilizată aproape fără excepție la picupurile ieftine. Pentru antrenarea platanului, în cazul picupurilor alimentate din baterii, se utilizează motoare electrice de curent continuu cu regulator centrifugal, la picupurile alimentate de la rețea, se utilizează motoare de curent alternativ asincrone sau motoare sincrone. Numărul de rotații

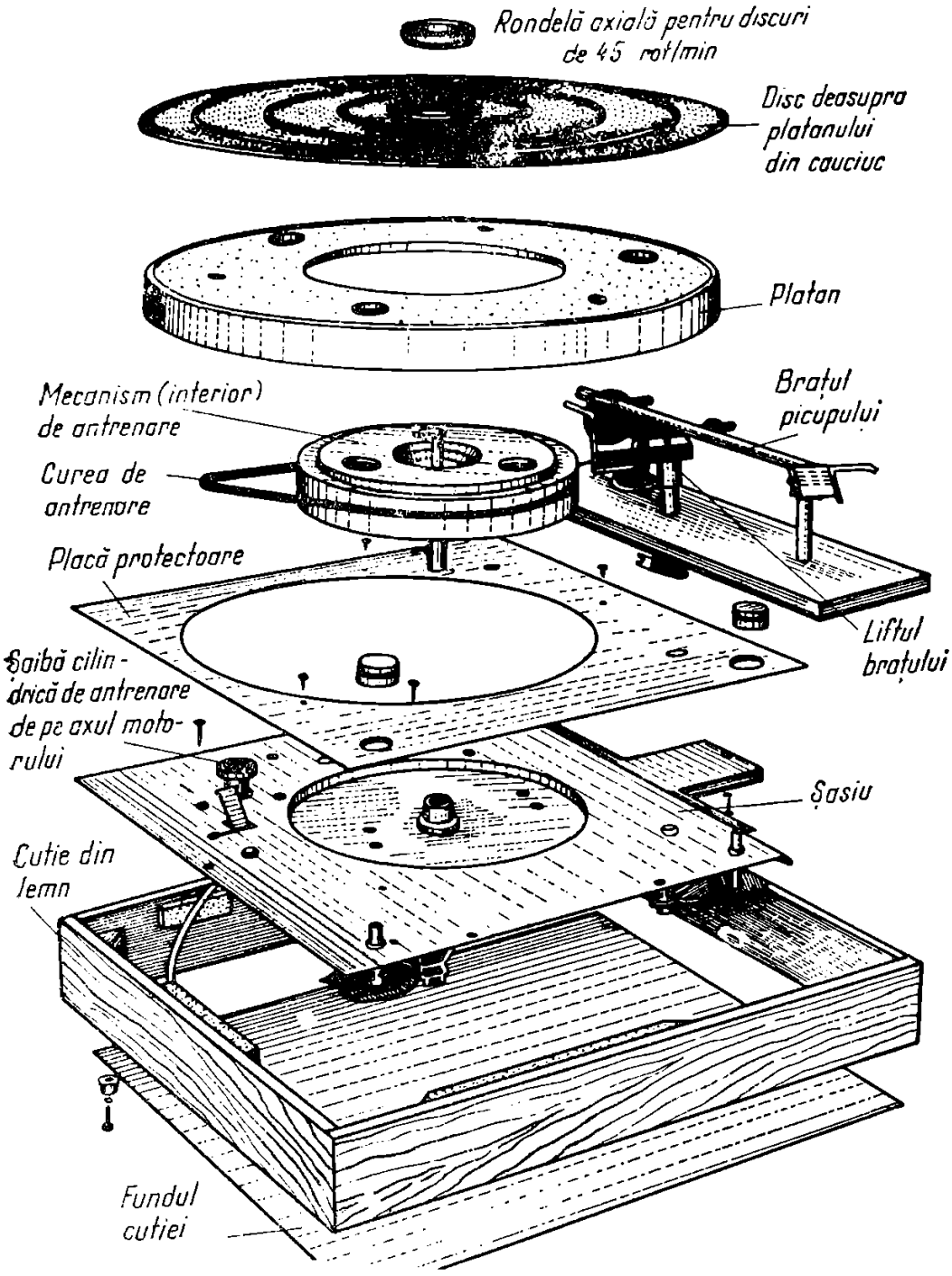


Figura 149 — Schița principalelor părți componente ale picupului.

pe minut, la frecvența de 50 Hz, este aproape 1 500 sau 3 000. Pe axul motorului este fixată o șaibă galet în trepte, care acționează rola intermediară din cauciuc și care transmite mișcarea de rotație platanului. Avîndu-se în vedere diametrul mare al platanului și turația relativ mare a motorului, rezultă pentru viteza de $33^1/_3$ și 45 rotații/minut, diametre mici ale șaibei galet. Din această cauză

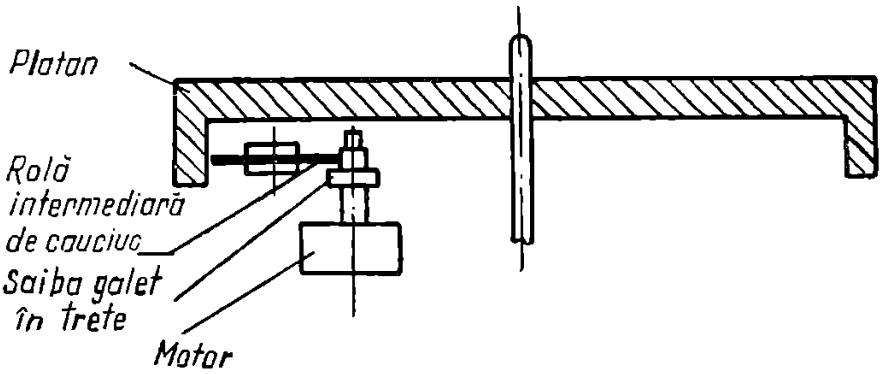


Figura 150 — Schița mecanismului cu antrenare directă prin fricțiune.

apare dezavantajul esențial al acestui sistem de antrenare, anume, deformările rolei intermediare din cauciuc, și prin urmare apariția fluctuațiilor vitezei de rotație. Diametrul rolei intermediare din cauciuc, dintre platan și șaiba galet, se alege în funcție de viteza de rotație dorită. Un diametru mai mare al ei, este de preferat, deoarece se obține o micșorare a fluctuațiilor.

Cu acest tip de mecanism, de regulă nu se obține o valoare mai mică de 0,1% a fluctuațiilor. Din această cauză, la frecvențele de sub 100 Hz apare o variație nedorită a intensității semnalului și nivelul zgomotului de natură mecanică este ridicat, cauzat pe de o parte de către motor, pe de altă parte de imperfecțiunile pieselor de antrenare.

Antrenarea directă prin fricțiune s-a extins sub două moduri. În primul, motorul este cu axul vertical, rola intermediară, care acționează platanul este în plan orizontal (figura 150).

În al doilea mod, motorul de antrenare este cu axul orizontal, iar pe el este fixat un trunchi de con. Aici rola intermediară din cauciuc, se află în plan vertical, și acționează prin fricțiune fața interioară a platanului. O asemenea soluție este aplicată, de exemplu, la picupul L72 fabricat de firma Lenco (figura 151). Trebuie

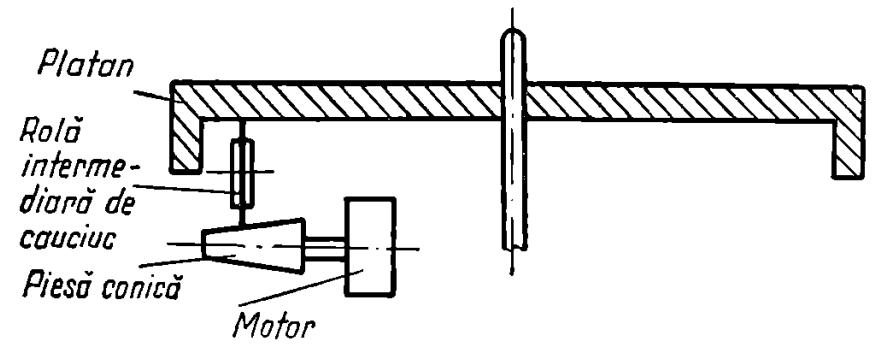


Figura 151 — Schița mecanismului cu antrenare directă prin fircțiune, cu poziție orizontală a motorului.

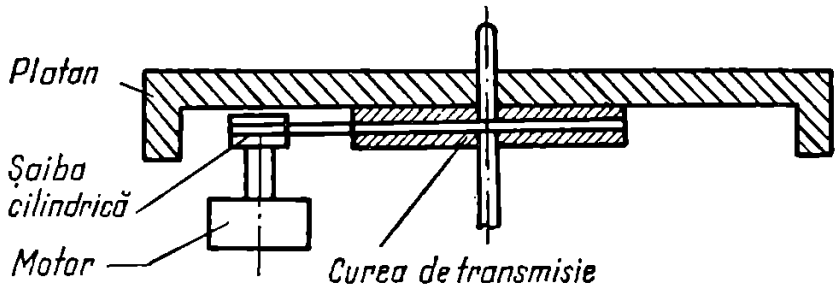


Figura 152 — Schiţa mecanismului cu antrenare directă prin curea de transmisie.

remarcat faptul că în acest sistem se poate regla continuu viteza de antrenare.

Antrenarea directă prin curea de transmisie

Este sistemul aplicat, de regulă, la picupurile stereo. Pe axul motorului se fixează o şaibă cilindrică, iar o curea de transmisie (din cauciuc elastic) determină rotirea platanului. În acest caz, platanul este format din două părţi: un disc mai mic din metal sau mase plastice şi discul metalic de diametru mai mare (platanul propriu-zis) îmbinate mecanic între ele. Discul de diametru mai mic serveşte pentru transmisie, iar discul de masă mai mare are rolul unui volant, care uniformizează mişcarea de rotaţie.

Pentru micşorarea frecărilor, axul platanului se află într-un lăcaş cu rulment. De obicei, acesta este format dintr-o bilă de oţel, pe care se mişcă şi se roteşte axul platanului.

Antrenarea prin curea de transmisie este realizabilă numai cu motoare de turaţie mică. De obicei, se utilizează motoare de curent continuu cu circuite tranzistorizate (sau integrate) de reglaj automat al turaţiei. Apare şi avantajul schimbării vitezei de rotaţie cu ajutorul circuitelor electronice. Circuitele de reglaj automat al vitezei de rotaţie permit corectarea permanentă a turaţiei platanului, care poate fi supravegheată stroboscopic de o lampă cu descărcări în gaze. În cazul acestui mod de antrenare, zgomotul de natură mecanică are un nivel foarte redus. Profilul curelei de transmisie poate fi circular sau dreptunghiular (curea plată).

Antrenarea indirectă prin curea de transmisie

Este un sistem perimat şi rar utilizat. Una dintre variante (figura 153), pe axul motorului se află fixată o şaibă cilindrică, peste care trece cureaua de transmisie la şaiba cilindrică a rolei de antrenare prin fricţiune a platanului. Acest mod de antrenare este de fapt o combinaţie dintre transmisie prin rola de fricţiune şi cea prin curea.

O altă variantă, la care se poate realiza şi schimbarea vitezei de rotaţie a platanului este prezentată în figura 154. Motorul antrenează prin cureaua de transmisie o şaibă galet cu trei diametre, care la rîndul ei antrenează prin fricţiune, cu ajutorul rolei de cauciuc, pla-

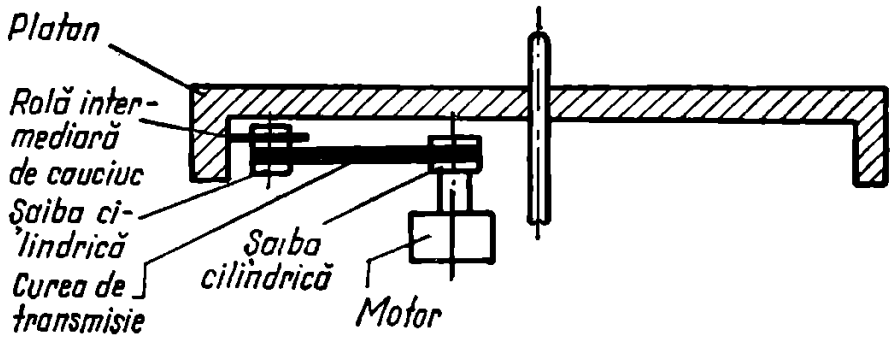


Figura 153 — Schița mecanismului de antrenare prin curea de transmisie și rolă intermediară de fricțiune.

tanul. Modificîndu-se raportul de transmisie, pe cele trei diametre ale șaibei galet, se obțin trei viteze de rotație ale platanului. Și-n această variantă avem de a face cu o transmisie mixtă (curea-fricțiune).

În cazul acestor variante de antrenare, reglajul fin al turației se poate obține prin frînarea corespunzătoare a motorului. În acest scop, se prevăd motoare asincrone de putere suficientă, care chiar ușor frînate fiind au rezervă de energie suficientă, pentru a putea prelua variațiile de sarcină (de la platan) sau variațiile tensiunii de alimentare. Prin modificarea fină a frînei se poate obține corecția necesară a turației, motorul avînd rezervă suficientă de energie. Nu se pot utiliza decît frîne fără frecare, cum ar fi frînele magneto-dinamice sau prin curenți Focault. Un disc plat din cupru sau din aluminiu, cu diametrul de cca 50 mm se află solidar cu șaiba galet, între polii unui magnet permanent. În timpul rotirii discului în acest cîmp apar în disc, curenții de inducție; prin modificarea cîmpului magnetic, prin schimbarea poziției sau șuntarea magnetului, se modifică forța de frînare, deci și sarcina motorului, care are ca efect corectarea corespunzătoare a turației.

Antrenarea directă, platanul fiind piesă comună cu rotorul motorului de antrenare

De cînd construcția motoarelor de mică turație s-a extins, a devenit posibilă acționarea directă a platanului, simplificîndu-se la maxim sistemul de antrenare. Motorul are turația de $33^1/_3$ și 45 rotații/minut. Statorul este prevăzut cu bobine realizate pe circuite imprimate, într-un platan neted. Deasupra statorului, astfel realizat, se rotește pe un ax, rotorul sub formă de disc prevăzut cu magneți permanenți, care este solidar cu discul mare al platanului. Turația motorului este controlată cu circuite de reglaj (tranzistorizate — sau cu circuite integrate) automat. Dintre mecanismele actuale, acest tip, are fluctuația cea mai mică a vitezei de rotație.

Din cauza că platanul este în directă legătură cu motorul de antrenare, acesta nu este izolat de vibrațiile mecanice. În acest caz,

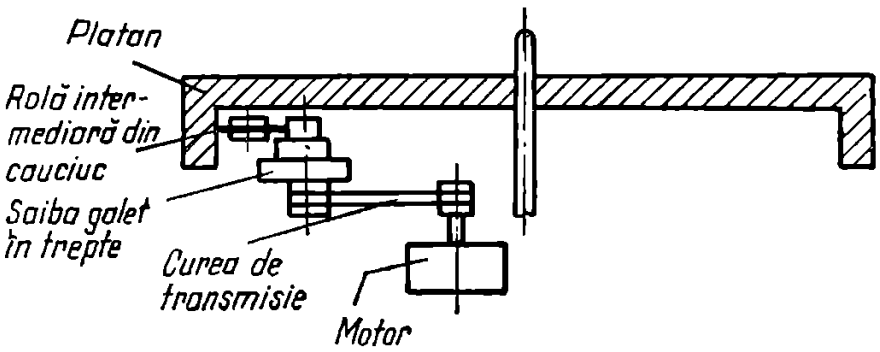


Figura 154 — Schița mecanismului cu antrenare prin curea și rolă intermediară de fricțiune, cu posibilitatea schimbării turației.

impulsurile de corecție a vitezei de rotație, produc vibrații, care măresc zgomotele de natură mecanică, sub frecvența de 20 Hz. Amplitudinea impulsurilor de corecție trebuie să fie mare, deoarece masa platanului este relativ mare. De asemenea, cu cît este mai mic numărul de poli ai motorului de antrenare, cu atît este mai mică frecvența, la care apare perturbația, și cu cît este mai mare numărul polilor, cu atît crește frecvența zgomotului mecanic.

Schimbarea vitezei de rotație

Mecanismele de antrenare utilizate în prezent, de regulă sînt destinate să realizeze două viteze $33^1/_3$ și 45 rotații/minut.

În cazul mecanismelor cu antrenare directă prin fricțiune, schimbarea vitezei de rotație se face prin modificarea poziției rolei intermediare pe șaiba galet în trepte. Conform relațiilor de transmisie se dimensionează diametrele elementelor mecanismului de antrenare, astfel încît să rezulte turația necesară. Aceste relații sînt: $n_1/n_2=d_2/d_1$; $n_2/n_3=d_3/d_2$, unde: n_1 — este turația motorului de antrenare, n_2 — este turația rolei intermediare, d_1 — este diametrul șaibei galet în trepte, d_2 — diametrul rolei intermediare, n_3 — turația platanului (deci, a discului), d_3 — diametrul (de antrenare) platanului.

În cazul antrenării directe prin curea de transmisie sînt două soluții pentru schimbarea vitezei de rotație.

Una dintre soluții și cea mai simplă, constă în modificarea mecanică a raportului de transmisie. Pe axul motorului de antrenare se fixează o șaibă cilindrică în trepte, cu două diametre (sau trei), iar cu ajutorul unui mecanism-furcă, se trece cureaua de transmisie pe diametrul șaibei, corespunzătoare vitezei dorite. Și în acest caz, calculul transmisiei se face după relația: $n_1/n_2=d_2/d_1$, unde: n_1 — turația motorului de antrenare, d_1 — diametrul șaibei cilindrice în trepte, n_2 — turația platanului, d_2 — diametrul discului de antrenare, solidar cu platanul.

Altă soluție este păstrarea fixă a raportului de transmisie și modificarea vitezei de rotație a motorului de antrenare. Cele două vi-

teze de rotație ale platanului, se obțin prin stabilirea pe cale electrică a două turații corespunzătoare ale motorului. În acest caz, se poate realiza reglajul continuu și fin al vitezei de rotație, cu ajutorul unor circuite electronice — tranzistorizate sau cu circuite integrate.

În cazul antrenării directe, cînd platanul este solidar cu rotorul motorului de antrenare, schimbarea vitezei de rotație se poate face numai prin modificarea turației motorului de antrenare.

- **Motorul de antrenare**

Din punct de vedere al alimentării și al principiului de funcționare, motoarele de antrenare se pot împărți în următoarele categorii:

— motoare de curent alternativ asincrone,
— motoare de curent alternativ sincrone,
— motoare de curent continuu de mare turație,
— motoare de curent continuu de mică turație.

Motoarele asincrone au rotorul cilindric, format din miez de fier — siliciu, prevăzut cu o colivie în interiorul căruia se află conductoare din cupru sau aluminiu, unite la ambele capete, din care motiv, aceste tipuri se mai numesc, cu rotorul în scurtcircuit. În jurul rotorului se creează cu ajutorul bobinelor statorului un

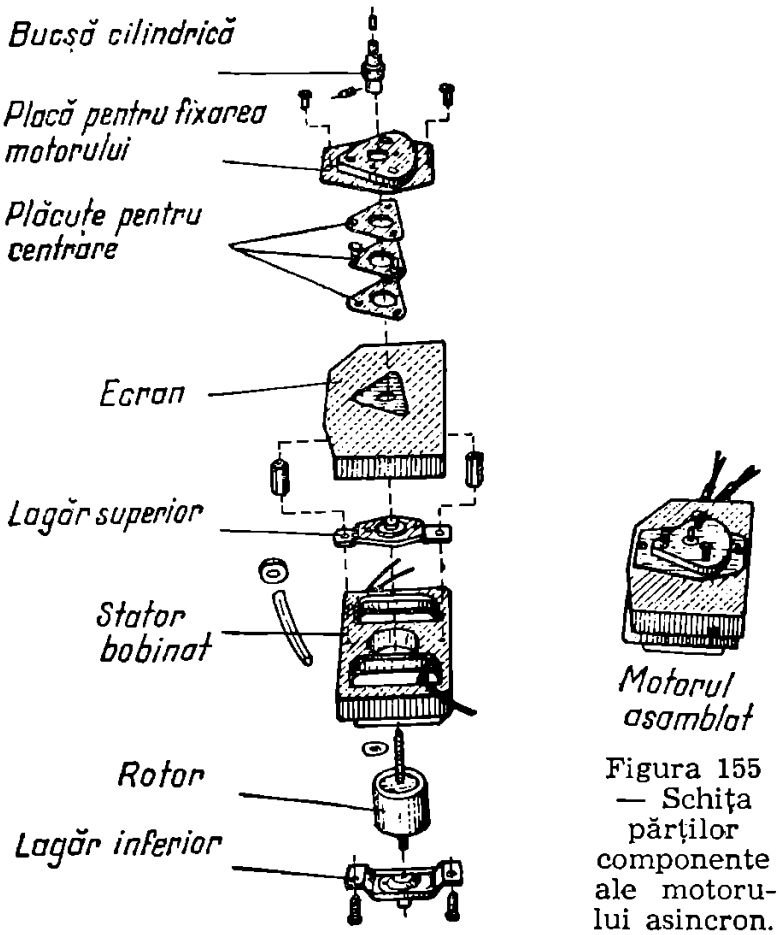


Figura 155 — Schița părților componente ale motorului asincron.

cîmp magnetic rotitor, atunci cînd spirele acestora sînt parcurse de curent. Din interacțiunea dintre cîmpul magnetic rotitor și curentul indus în conductoarele rotorului (aflate în scurtcircuit), apare mișcarea de rotație a acestuia.

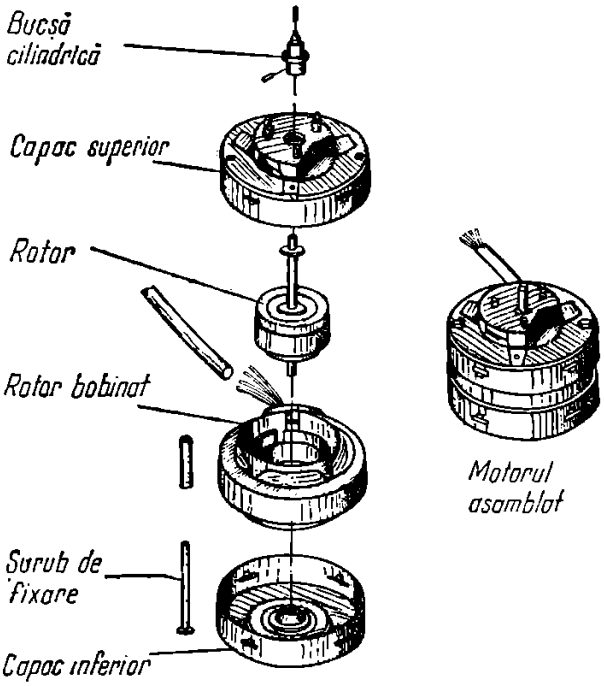


Figura 156 — Schița părților componente ale motorului sincron cu histerezis.

Atît pentru pornire, cît și în scopul imprimării sensului de rotație dorit, este necesar a se perturba simetria cîmpului magnetic. Aceasta se realizează fie cu ajutorul condensatorului de pornire (3 . . . 5 μF), fie cu ajutorul cîtorva spire în scurtcircuit, fixate pe una din piesele polare ale statorului.

Turația rotorului este întotdeauna mai mică ca viteza de rotație a cîmpului rotitor — deci nu este sincron cu acesta (de aici și denumirea de motor asincron). Acest fenomen, care poartă denumirea de alunecare, face ca turația rotorului să fie cu 4 . . . 6% mai mică decît viteza de rotație a cîmpului rotitor (viteza de sincronism), care se află cu relația: $n=\frac{60f}{p}$, unde — n — viteza de rotație a cîmpului rotitor, f — frecvența rețelei în Hz, p — numărul de perechi de poli ai statorului. Dacă turația de sincronism a unui motor cu doi poli este de 3 000 rotații/minut, turația reală (datorită alunecării) este în jur de 2 880 rotații/minut, fiind funcție și de sarcină. Cu cît numărul de perechi de poli este mai mare, cu atît turația este mai mică și mai uniformă.

Pentru obținerea unei turații cît mai uniforme, trebuie „învinse" toate fluctuațiile de sarcină, care pot fi cauzate de imperfecțiunile mecanismului de antrenare. Astfel, se utilizează motoare cu o rezervă de energie suficientă.

Motoarele de curent alternativ sincrone, numite şi motoare cu histerezis, utilizate la antrenarea picupurilor au rotorul alcătuit dintr-un magnet permanent cu o pereche (sau mai multe perechi) de poli. Cînd bobinajul statorului este parcurs de curentul alternativ, apare cîmpul magnetic rotitor. Din interacţiunea celor două cîmpuri apare mişcarea de rotaţie a rotorului. Şi-n acest caz, stabilirea sensului de rotaţie trebuie făcută cu circuite ajutătoare.

Avantajul acestui tip de motor este dependenţa redusă a turaţiei de tensiunea de alimentare şi de sarcina.

Dezavantajul esenţial constă în apariţia salturilor, în mişcarea de rotaţie, în dreptul polilor magnetici. Aceste salturi pot fi ameliorate prin creşterea numărului perechilor de poli, astfel vibraţiile mecanice, cauzate de aceste salturi, pot fi reduse la un nivel mai mic ca la motoarele asincrone.

Motoarele de curent continuu de mare turaţie, au rotorul bobinat, alimentarea circuitelor făcîndu-se prin intermediul unui comutator rotativ, numit colector. Statorul este un magnet permanent. Prin intermediul periilor şi a colectorului la fiecare semirotaţie, periodic, bobina corespunzătoare este parcursă de un curent cu sensul schimbat. Scînteile ce apar la fiecare comutare sînt atenuate de varistoare şi condensatoare de decuplare, obţinîndu-se astfel şi o mărime semnificativă a duratei de funcţionare a periilor şi colectorului.

Cuplul motor al motoarelor de curent continuu creşte odată cu mărirea curentului absorbit, iar turaţia depinde în mare măsură de tensiunea aplicată. Din acest motiv, alimentarea acestor motoare în cazul aparatelor electroacustice (picupuri sau casetofoane) se face prin circuite de stabilizare, care debitează tensiunea şi curent de

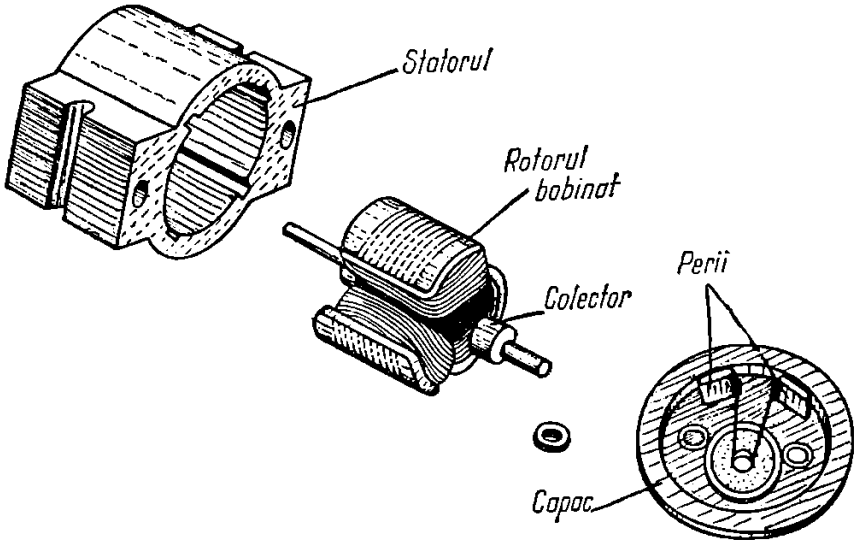


Figura 157 — Schiţa motorului de curent continuu cu comutator (cu colector şi perii).

alimentare constante, obținîndu-se astfel o turație constantă. În general, cu aceste circuite se obține și modificarea vitezei de rotație.

Tipurile moderne de motoare de curent continuu se fabrică fără colector și perii, rolul acestora (comutatorului) fiind preluat de circuite electronice de comutație, iar constructiv sînt asemănătoare cu motoarele de curent alternativ sincrone. Aceste circuite electronice, în afara rolului de comutator, servesc și la schimbarea vitezei de rotație.

Asemenea circuite de comandă sînt folosite și la motoarele de antrenare directă cu rotorul solidar cu platanul.

Despre alimentarea motoarelor de curent continuu vom da detalii în paragraful „Circuite electronice de reglaj".

- **Brațul picupului**

Doza și vîrful de redare urmăresc, după o traiectorie bine stabilită, șanțul înregistrat pe discul fonografic, susținute fiind de brațul picupului. Lungimea brațului influențează în mod semnificativ calitatea redării sunetelor înregistrate (în șanțul discului). La picupurile de bună calitate, uzuale și Hi-Fi, se întîlnesc următoarele trei tipuri caracteristice de lungimi a brațelor:

— 10″=254 mm
— 12″=304,8 mm
— 16″=406,4 mm

Pentru ca un braț, în timpul explorării discului, să nu influențeze calitatea redării, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

a) Să asigure o asemenea traiectorie a vîrfului de redare, astfel încît aceasta să fie mereu tangentă la cercul șanțului gravat. Adică, între axul longitudinal al dozei de redare și raza discului, care trece prin punctul de explorare, să fie mereu un unghi de 90°.

b) Asupra vîrfului de redare și pereților șanțului gravat să nu acționeze alte forțe, decît cele necesare explorării șanțului modulat. Astfel, masa efectivă a brațului trebuie să fie cît mai mică adică forța de apăsare reziduală să fie neglijabilă.

c) Să nu introducă influențe de natură mecanică sau electrică asupra caracteristicii de frecvență. Adică, în procesul electromecanic al redării, brațul, să aibă un rol neutru.

d) Trebuie să asigure, ca, în timpul explorării vîrful de redare să fie în fiecare moment în contact cu ambele suprafețe ale șanțului gravat, condiție ce trebuie îndeplinită pe toată durata redării.

În afara cerințelor enumerate, este necesar să prezentăm și imperfecțiunile, care apar în funcționarea brațului de picup.

În timpul redării se impune să se reproducă cît mai fidel, starea electromagnetică, care este cauzată de șanțul gravat al discului. La gravarea foliei purtătoare de sunet (la fabricarea discului) vîrful gravor se deplasează pe o traiectorie liniară radială de la marginea

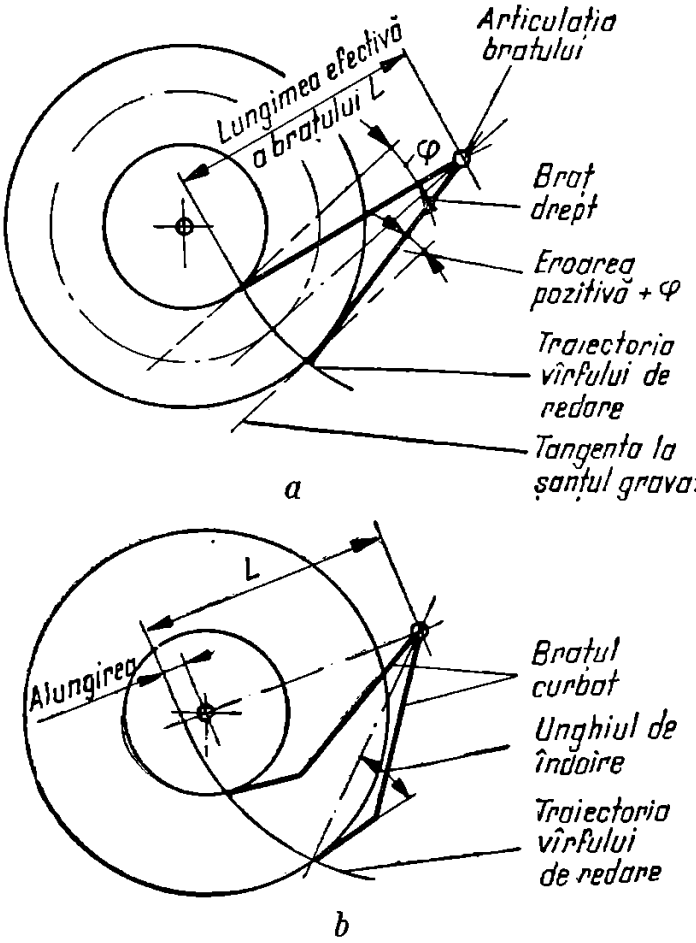


Figura 158 — Ilustrarea erorii unghiului de citire la brațul de picup drept (*a*) și ameliorarea erorii cu brațul curbat (*b*).

discului spre interiorul său, creînd șanțul modulat cu informația sonoră.

Majoritatea picupurilor (cca. 99,5%) au brațul articulat, care permite o mișcare pe un arc de cerc, în jurul unei axe. Dacă doza de redare este astfel montată încît axul ei longitudinal să fie coliniar cu axa brațului, atunci condiția de tangență cu șanțul gravat există doar într-un singur punct. Față de acest punct, pe interiorul discului între tangentă și axul brațului apare un unghi φ, iar spre marginea discului un unghi $+\varphi$ (figura 158, *a*). Această abatere unghiulară se numește eroare unghiulară de citire. Cu cît eroarea unghiului de citire este mai mare, cu atît sînt mai mari distorsiunile neliniare și crește diafonia între canale (la discurile stereo).

Mărimea erorii unghiului de citire depinde de raza cercului descris de vîrful de redare, adică de lungimea efectivă a brațului. Dacă lungimea brațului ar fi infinită, eroarea unghiului de citire ar fi nulă, evident, aceasta în practică nu se poate realiza.

Reducerea erorilor unghiului de citire, la brațul articulat în jurul unei axe, se poate realiza în două moduri. Pe de o parte prin realizarea brațului după o linie frîntă, cu o înclinare spre centrul discului (fig. 158, *b*); iar pe de altă parte prin mărirea distanței

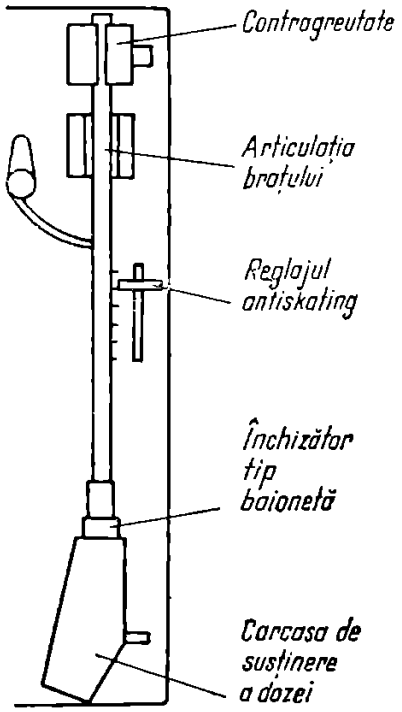


Figura 159 — Schița unui braț scurt, simplu.

dintre vîrful de redare și axa de articulare — adică lungimea efectivă a brațului să fie ceva mai mare ca distanța dintre centrul discului și axa de articulare.

Din aceste considerente s-au realizat brațele de picup, cu cele trei lungimi normate, amintite deja. La foarte multe tipuri de picupuri se întîlnesc brațe cu lungimi, care diferă de cele trei dimensiuni normate. Lungimile normate, prezentate mai înainte sînt aplicate de regulă de către fabricanții din țările anglo-saxone. Picupurile mai ieftine, cu doza de cristal au de regulă brațul mai scurt.

Tipul de braț scurt este realizat din tub metalic (de regulă din aluminiu), care la un capăt este prevăzut cu articulație mecanică, ce permite mișcarea în plan orizontal și în plan vertical, iar la celălalt capăt are montată, cu un anumit unghi de înclinare spre interior, carcasa suport a dozei de redare.

La acest tip de braț, doza de redare se fixează cu ajutorul unor gheare elastice. La tipurile mai pretenţioase se utilizează fixarea cu închizător baionetă.

Picupurile de calitate Hi-Fi, sînt prevăzute cu braț care are lungimea de cel puțin 10″ (254 mm), este confecționat de asemenea din metal ușor și care poate fi de trei forme constructive:

— braț de picup drept;
— braț de picup cu un singur cot;
— braț de picup cu două coturi, (formă de S).

Brațul de picup drept, cu care poate fi echipat picupul Hi-Fi, este ceva mai lung și are un mecanism de articulație realizat mai

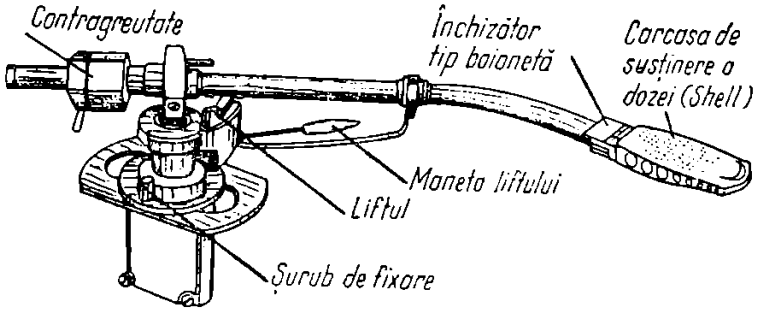


Figura 160 — Schița brațului Hi-Fi, tip SME (Anglia).

îngrijit, față de brațul de aceeași formă din picupurile mai ieftine. Carcasa suport a dozei de redare este de regulă îmbinată rigid cu capătul brațului. De obicei, în acest caz fixarea dozei de redare se face cu șuruburi.

La brațul de picup cu un singur cot, îndoirea spre interior se face cu un unghi de cca. 15 . . . 25°, la distanța de aproximativ 2/3 din lungimea brațului, luată de la punctul de articulație. Unul dintre tipurile cele mai reprezentative este brațul de redare fabricat de firma SME (Anglia). La acest tip (figura 160) mecanismul de articulație și brațul propriu-zis reprezintă o singură unitate. Este prevăzut și cu lift de acționare a brațului, ceea ce a determinat preluarea acestui model și de către alți fabricanți.

Ideea liftului de acționare a brațului s-a perfecționat, astfel la unele tipuri, liftul este acționat pneumatic.

Acționarea pneumatică a liftului face ca mișcarea de coborîre a brațului să se facă lin și uniform.

În limbajul curent, brațul de picup cu două coturi, poartă denumirea de braț în formă de S. Dintre toate tipurile de braț articulat, acest braț prezintă cele mai reduse erori ale unghiului de citire.

Așa cum am specificat deja, la prezentarea dozelor de redare, modul de fixare a tipurilor de carcase normate internațional, se face prin închizător baionetă. În interiorul acestora este fixată cu șuru-

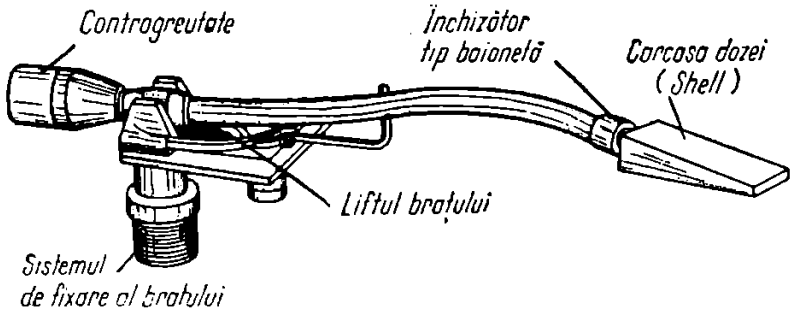


Figura 161 — Schița brațului cu două coturi (formă de S).

buri doza de redare. Prin adoptarea acestei soluții, diferitele tipuri de doze devin interschimbabile, cu condiția ca brațele respective să fie normate.

Pe lîngă brațul clasic de picup cu articulație, se realizează și așa-numitele „brațe de picup tangențiale". Acestea imprimă vîrfului de redare o mișcare liniară după o rază, punctul de explorare fiind mereu tangent la cercul șanțului gravat. Unul dintre cele mai cunoscute tipuri de braț de acest fel, este fabricat de firma Rabco (S.U.A.) (SL-8E), dar tipuri asemănătoare sînt produse și de firma Bang și Olufsen, la picupul Beogram 4000. Mai recent, braț asemănător produce și firma Revox.

Pe scurt, modul de funcționare a unui braț tangențial este următorul: extremitatea brațului opusă dozei de redare, este articulată la o sanie mobilă, care se poate deplasa paralel cu raza discului, de la marginea acestuia spre interior. Astfel, vîrful de redare este mereu tangent cu cercul șanțului gravat.

Mișcarea de translație a brațului este comandată electronic, acționarea făcîndu-se cu ajutorul unui servomotor. Mișcarea saniei purtătoare a brațului nu este continuă, cînd vîrful de redare, antrenat fiind de șanțul gravat al discului, pătrunde spre interior cu cîteva zecimi de milimetru, față de poziția de tangență, se produce comanda servomotorului prin contacte electrice. Astfel, din moment în moment, prin acțiunea servomotorului, starea de tangență a brațului este mereu corectată. În acest fel, eroarea unghiului de citire se păstrează în tot timpul explorării discului, la o valoare foarte redusă. Mecanismul complicat și sistemul de comandă electronic costisitor, au determinat ca acest sistem să nu se extindă pe scară mai largă.

Din punct de vedere al manipulării, sistemul cu braț tangențial, prezintă un singur dezavantaj față de brațul articulat, și anume acela că se alege mai anevoios pentru redare, o anumită porțiune imprimată de pe disc.

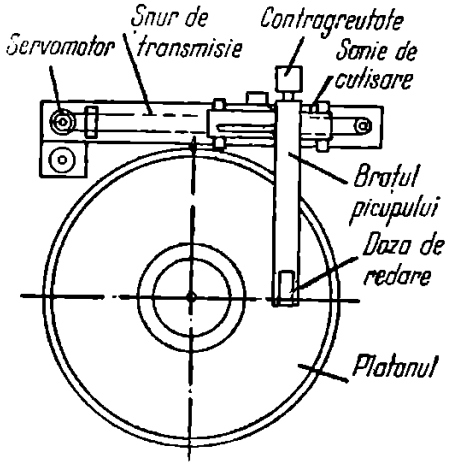


Figura 162 — Schița brațului cu mișcare tangențială.

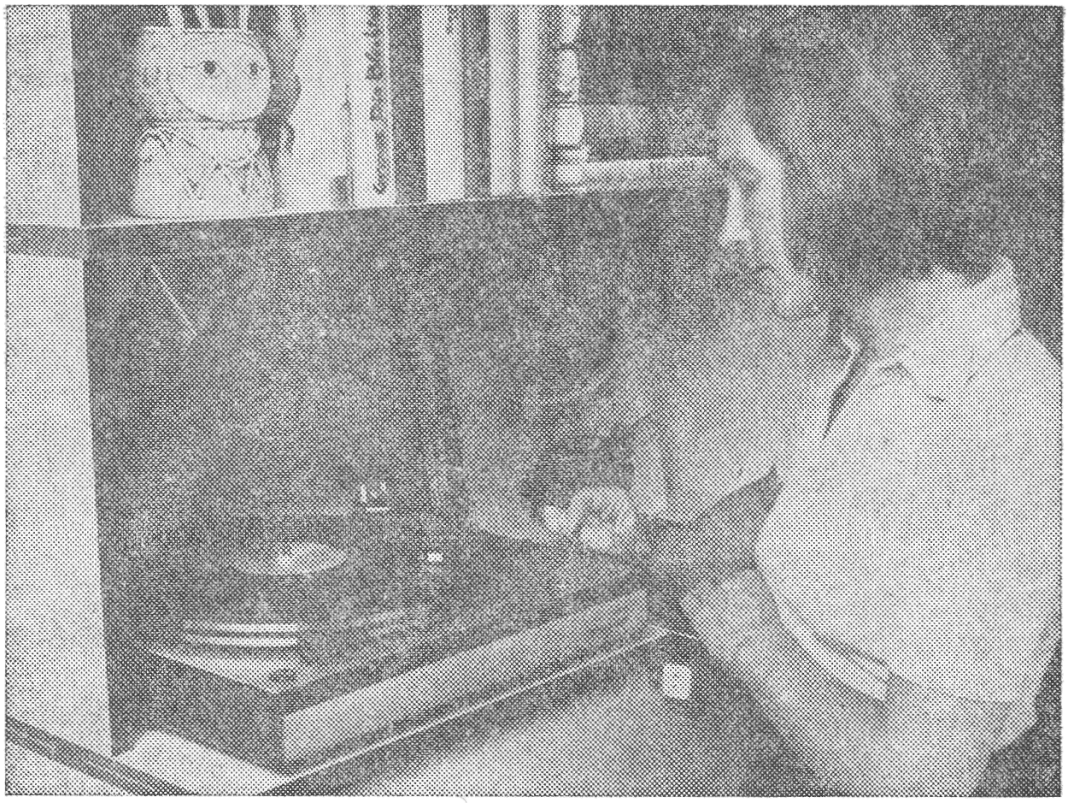


Figura 163 — Modul de manevrare al manetei liftului brațului.

Un auxiliar, deosebit de util, al brațului de redare este mecanismul liftului. Manevrarea manuală directă a brațului nu este recomandabilă. Vîrful de redare (acul) fiind foarte ascuțit (vezi figura 146), dacă brațul este „scăpat" pe suprafața discului, acesta se poate fisura. Pentru a se evita această posibilitate se prevede un mecanism lift, cu ajutorul căruia se poate lăsa și ridica uniform, brațul picupului. Brațul este sprijinit pe o punte de susținere, la o distanță de cca. 10 . . . 20 mm deasupra discului, după acționarea unei manete (sau buton) a liftului, brațul coboară lin și uniform pe suprafața discului, eliminîndu-se astfel, tensiunile și vibrațiile mecanice, care ar putea să apară la impactul dintre vîrf și disc (figura 163).

Cu ajutorul aceleiași manete (sau buton) la terminarea redării se acționează liftul, care ridică uniform brațul picupului. Se evită astfel posibilele zgîrieturi și deteriorarea vîrfului de redare.

- **Circuite electronice de reglaj**

La picupurile simple, mai ieftine, pornirea motorului de antrenare, adică alimentarea lui cu energie electrică, se face de obicei printr-un simplu întrerupător. În cazul aparatelor pretențioase Hi-Fi, se utilizează motoare de antrenare, la care turația este stabilizată cu

circuite electronice de reglaj. În afara rolului de menținere constantă a turației nominale, aceste circuite fac posibilă modificarea în mod continuu a vitezei de rotație. Se poate obține astfel, schimbarea vitezei de rotație a platanului, după necesitate. Circuitele de reglaj a turației se pot clasifica în trei categorii:

a) Circuite care asigură alimentarea cu un curent constant a bobinajului motorului de antrenare. Metodă simplă aplicabilă motoarelor sincrone, a căror turație nu depinde de sarcină.

b) La motoarele de antrenare sensibile cu variația sarcinii, un semnal proporțional cu turația axului (semnal de eroare) este introdus într-o buclă de reglaj cu circuit comparator — controlîndu-se astfel în fiecare moment, posibilele variații ale turației nominale. Uneori este mai avantajos ca semnalul de eroare să fie obținut chiar din tendința fluctuațiilor de viteză ale platanului. În acest caz, mecanismul de antrenare trebuie să fie de tipul cu antrenare directă.

c) Circuitele de reglaj cu generatoare Hall sau de înaltă frecvență, se utilizează la motoarele de antrenare cu comutatoare electronice (fără perii și colector) și în unele cazuri la motoarele cu antrenare directă.

După destinația lor, circuitele electronice de reglaj a vitezei de rotație, pot fi realizate cu componente discrete și tranzistoare sau cu circuite integrate. Alegerea vitezei de rotație se poate face cu ajutorul unei manete de reglaj, care acționează de regulă un potențiometru din circuit. La majoritatea picupurilor nu se poate verifica în fiecare moment precizia vitezei de rotație a platanului.

La unele picupuri mai simple și chiar în cazul aparatelor mai pretențioase — Hi-Fi, verificarea vitezei de rotație se face cu metoda stroboscopică. Cu ajutorul unei lămpi cu descărcări în gaze se ilumineză marginea platanului, care este anume împărțită în secțiuni alb-negru, numită bandă stroboscopică. La viteză de rotație mai mare decît cea nominală, privind secțiunile (dungile), ele se „deplasează“ în sensul de rotație, la viteze mai mici, „deplasarea“ este în sens opus, iar la viteza corectă ele „stau“ pe loc.

În acest moment există sincronism între viteza de rotație a platanului și viteza nominală prereglată.

La picupurile moderne, prevăzute cu circuite digitale, viteza de rotație nu mai este controlată stroboscopică, ci este indicată pe parcursul funcționării cifric cu afișaj din LED-uri. În acest caz, viteza nominală (sau abaterea de la ea) este afișată numeric. Variante mai moderne ale circuitelor de reglaj a turației sînt realizate cu circuite integrate. În cazul picupului de tip Lenco L 85, automatica de reglaj a turației este echipată cu circuite integrate, iar semnalul de reglaj este de formă triunghiulară. Motorul este de tip sincron cu 16 poli,

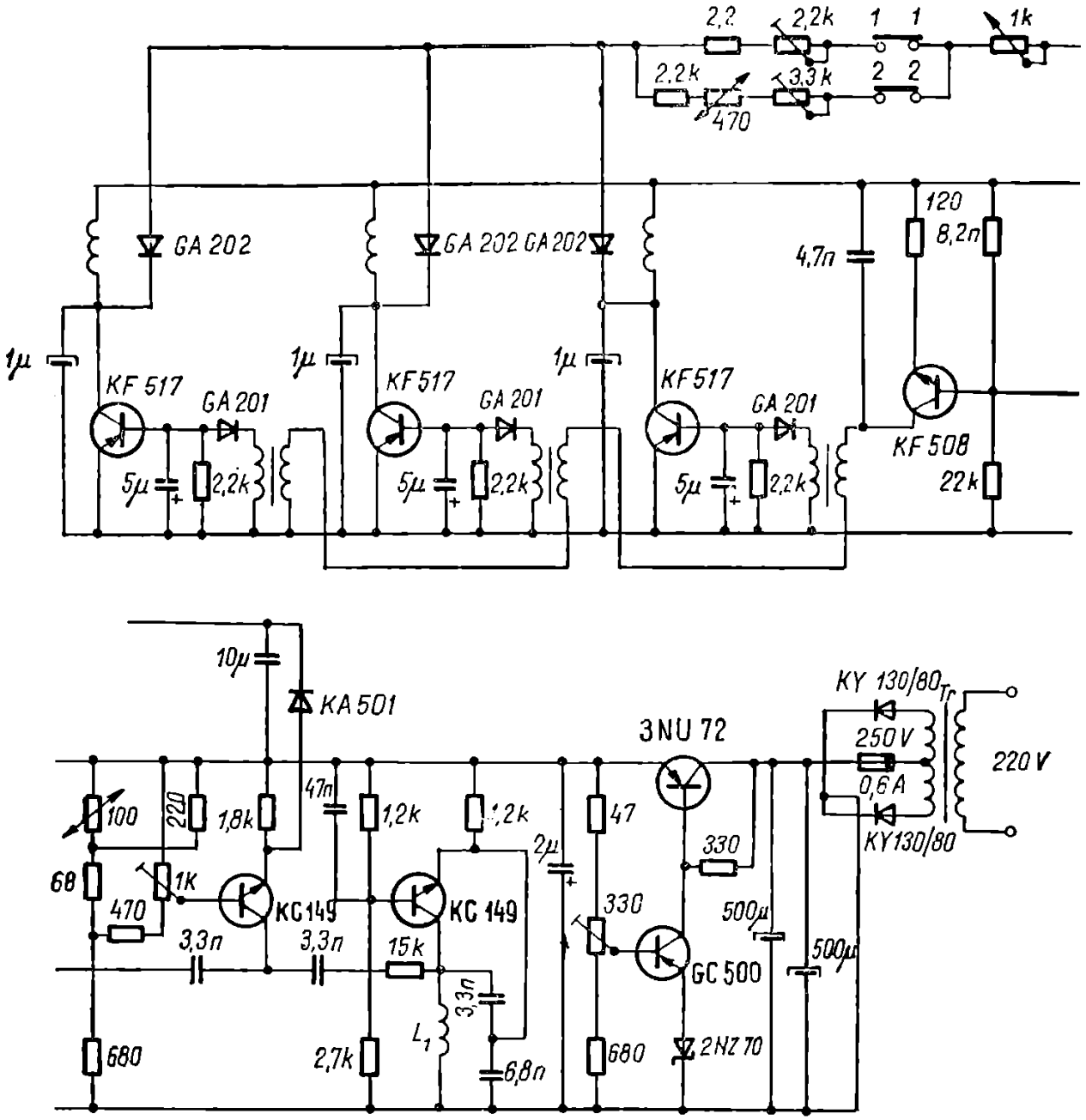


Figura 164 — Schema de principiu a circuitului electronic pentru reglarea turației la picupul TESLA NC 440.

tensiunea de alimentare fiind obținută de la un generator cu două circuite integrate (figura 165).

Circuitul integrat IC_2 generează un semnal de formă triunghiulară, care este amplificat de circuitul integrat IC_3. Acesta este un amplificator de putere (cca. 50 W) și are ca sarcină circuitul motorului de antrenare. Reglajul fin al turației se face cu potențiometrul P_1. Prin modificarea frecvenței oscilațiilor între 48,5 și 53 Hz, variațiile turației vor fi cuprinse între —3 ... + 7%.

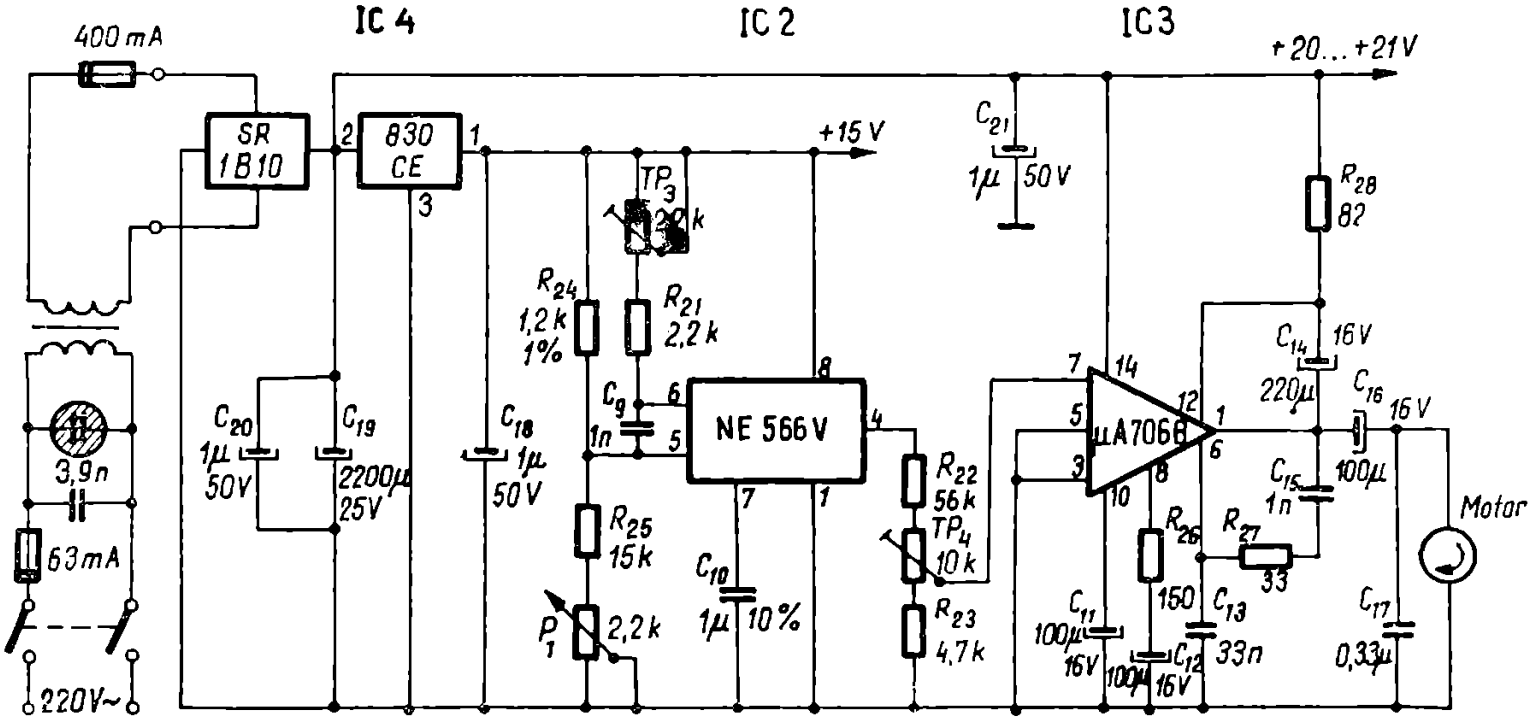


Figura 165 — Schema de principiu a circuitului electronic pentru reglarea turației motorului, cu circuite integrate, la picupul Lenco L 85.

Pe lîngă circuitele de reglaj a vitezei de rotație, sînt utilizate tot mai des și alte circuite electronice auxiliare, cum ar fi de exemplu, circuitul automat de deconectare. Aceste circuite sînt comandate fie de senzori inductivi sau de componente optoelectronice.

2.1.4. TIPURI DE PICUPURI

Creșterea exigențelor calitative în ce privește redarea sunetului, chiar în tehnica amatorilor, face ca tipurile vechi de picupuri să nu mai poată fi luate în considerație.

După clasificarea pe care am prezentat-o la începutul capitolului, categoriile de picupuri cum ar fi: cele de joacă pentru copii, cele alimentate de la baterii, sau de la rețea, sau cele automate alimentate de la rețea, nu pot constitui mijloace de redare corespunzătoare calitativ.

Dintre picupurile comerciale, (exceptîndu-le pe cele de studio), s-au impus două categorii principale:

— Picupurile staționare alimentate de la rețea.

— Picupurile Hi-Fi.

Ambele tipuri pot satisface exigențe calitative mai pretențioase. Performanțele calitative ale picupurilor staționare alimentate de la rețea, nu ating, dar sînt aproape de calitatea Hi-Fi. Asemenea picupuri sînt echipate cu doze deosebite cu cristal și ceramice, mecanismul de antrenare fiind de tipul cu fricțiune. În categoria acestor picupuri deosebim două tipuri:

a) fără amplificator de putere (încorporat);

b) cu amplificator de putere (încorporat).

Și picupurile, ce pot fi cuprinse calitativ în categoria Hi-Fi se deosebesc între ele prin anumite trepte calitative. O trăsătură comună, însă, oricărui tip, este aceea că performanțele calitative sînt cel puțin egale sau mai bune ca cele prevăzute în baremurile normelor, (sau prevederilor) Hi-Fi internaționale. Dintre aceste aparate se întîlnesc numeroase tipuri fără amplificator de putere (chiar fără preamplificator), dar și tipuri de picupuri cu amplificatorul de putere încorporat. Asigurîndu-se în ambele variante condițiile calitative Hi-Fi, nu se face o clasificare a picupurilor Hi-Fi pe această bază.

- **Picupuri fără amplificator de putere**

Asemenea picupuri au o structură constructivă mai simplă. Cunoscute sub denumirea veche de „aparate cu șasiu", sînt compuse din sistemul de antrenare, brațul picupului echipat cu doza de redare și bornele de ieșire (a semnalului de audiofrecvență). Acestea sînt montate într-o carcasă de lemn sau mase plastice, iar placa frontală este acoperită cu un capac din plexiglas.

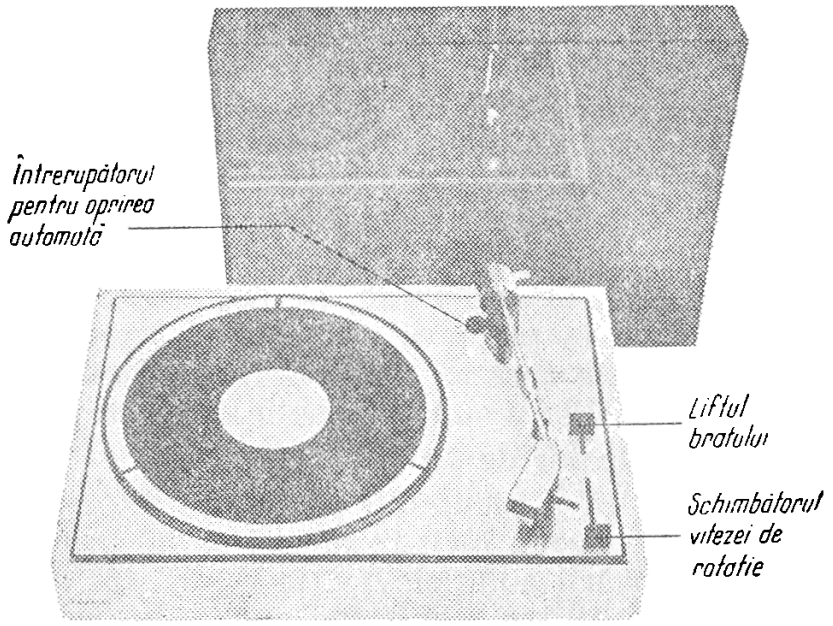


Figura 166 — Imaginea unui picup de construcție mai simplă, cu elemente de acționare.

În general, asemenea aparate nu sînt prevăzute cu dispozitive auxiliare deosebite și cu automatică. Dozele de redare, la picupurile mai ieftine, sînt de tipul cu cristal sau ceramice, la cele mai pretențioase întîlnim doze magnetice. La unele tipuri cu doză magnetică în cutia picupului se află încorporat și preamplificatorul de redare.

În cazul dozelor de redare cu cristal sau ceramice, bornele de ieșire ale acestora sînt conectate (prin conductoare ecranate) la mufe DIN cu cinci contacte. Bornele de ieșire, în cazul dozelor magnetice sînt conectate la preamplificator, iar ieșirea acestuia la mufă DIN cu 5 contacte.

Sistemul de antrenare, în majoritatea picupurilor de acest fel, este prevăzut cu motoare asincrone, transmisia fiind prin fricțiune; rar întîlnindu-se cea prin curea de transmisie. Viteza de rotație nominală fiind 45 și 33 1/3 rotații/minut, fără posibilitatea de reglaj fin a acesteia. Fluctuațiile vitezei de rotație sînt cuprinse între 0,2 ... 0,4%. La unele tipuri este prevăzută și viteza de 78 rotații/minut, necesară redării discurilor mai vechi, cu șanț normal.

În prezent, chiar picupurile mai simple sînt realizate cu mecanismul lift pentru brațul de redare. Unele tipuri sînt dotate cu sistem automat de oprire și de ridicare al brațului (la sfîrșitul explorării discului).

Pentru exploatarea și manevrarea acestor tipuri de aparate nu sînt necesare cunoștințe profesionale deosebite. Forța de apăsare a vîrfului de redare se reglează, de la caz la caz, cu ajutorul contragreutății, care se află montată la capătul brațului. Valoarea forței de apăsare în orice caz, se reglează în funcție de caracteristicile

dozei de redare, cu care este echipat brațul picupului. Aceste caracteristici sînt date de producător, în documentația sau descrierea tehnică a dozei de redare.

În figura 166 se prezintă picupul fără amplificator încorporat, de tip L 725, produs al firmei elvețiene Lenco. Antrenarea se face prin curea de transmisie, schimbarea vitezei efectuîndu-se prin modificarea poziției curelei pe bucșa cilindrică în trepte, montată pe axul motorului, după diametrul mai mare, pe diametrul mai mic și invers. Calitatea redării, la picupurile uzuale fără amplificator, este mediocră, iar fluctuațiile turației sînt relativ mari. Din aceste motive, pentru redarea Hi-Fi nu sînt utilizabile.

- **Picupuri cu amplificator de putere încorporat**

Construcția mecanică a picupului cu amplificator de putere încorporat este astfel realizată, încît în aparat să fie instalat și amplificatorul necesar realizării audiției. Aceste tipuri sînt dotate și completate cu mai multe utilități, conferind aparatelor așa-numita „categorie de lux". Cu toate acestea, asemenea picupuri, nu pot fi utilizate la redarea de calitate Hi-Fi.

Mecanismele de antrenare sînt prevăzute cu motoare asincrone sau sincrone, transmisia făcîndu-se prin curea sau rolă cu fricțiune.

Figura 167 — Imaginea unui picup cu amplificatorul de putere încorporat.

Nu se prevăd circuite electronice de reglaj a vitezei de rotaţie, stabilizarea acesteia nefiind posibilă. Braţul utilizat se apropie de, sau este de lungimea minimă de 10″ (254 mm). Dozele de redare sînt ceramice de calitate, sau magnetice.

Braţul picupului este prevăzut cu lift, fie mecanic, fie pneumatic şi în majoritatea cazurilor este prevăzut cu automatică de oprire şi ridicare de pe suprafaţa discului.

Amplificatoarele de putere încorporate pot fi cu tuburi electronice, cu tranzistoare sau cu circuite integrate. În funcţie de nivelul semnalului debitat la bornele dozei de redare, vor fi prevăzute următoarele etaje de amplificare. Cînd nivelul semnalului este mare, cazul dozelor ceramice se încorporează: amplificator de tensiune cu circuite corectoare de ton, etaj prefinal şi etajul final. Pentru a se obţine o audiţie corespunzătoare sînt prevăzute următoarele butoane de reglaj: al volumului, al balansului, al tonalităţii. La unele tipuri, în montajul amplificatorului există filtre pentru diminuarea zgomotelor din domeniul frecvenţelor joase, (duruituri).

De la ieşirea amplificatorului de tensiune, (sau direct de la doza de redare) se realizează conexiunea electrică la mufa DIN cu cinci contacte, special prevăzută pentru a se putea face înregistrări de pe disc pe magnetofon. Indiferent de unde se face ieşirea pentru această mufă, ea se face înainte de corectorul de ton, de reglajul volumului sau al balansului în scopul nealterării (artificiale prin reglaje), a conţinutului programului sonor.

Ieşirea amplificatorului de putere se poate conecta la două incinte acustice exterioare sau la căşti. La introducerea mufei (jakului) căştilor în mufa corespunzătoare se întrerupe automat legătura electrică spre incintele acustice.

În cazul dozelor magnetice, unde nivelul semnalului este mic, lanţul de amplificare este format din: preamplificator de redare, amplificatorul de tensiune cu circuitele de reglaj a tonului, etajul prefinal (driver) şi etajul final de putere. Butoanele de acţionare şi în acest caz sînt: reglajul de volum, balansul şi tonul la frecvenţe joase şi la frecvenţe înalte. Unele tipuri au filtre pentru zgomote la frecvenţe joase, la frecvenţe înalte (diminuarea fîşîitului) şi filtre în domeniul frecvenţelor mijlocii, care se pot introduce sau deconecta prin întrerupătoare.

Ieşirea preamplificatorului se conectează la mufa DIN cu cinci contacte, pentru înregistrări pe magnetofon. Liniaritatea semnalului de la bornele acestei mufe, nu este afectată de reglaje. Semnalul fiind deja corectat în preamplificator, nu mai necesită alte corecţii, deci poate fi utilizat direct pentru înregistrare.

Deoarece picupurile actuale sînt destinate redării discurilor stereo, evident, şi lanţul de amplificare va fi tot stereo (adică cu două canale).

Amplificatoarele de putere mai mică pot debita o putere sinusoidală de 2×5 . . . 10 W, cele de putere mai mare, au însă, 2×20 . . . . . 25 W. Calitatea redării se apropie de cerințele Hi-Fi, însă deficiențele calitative ale mecanismului de antrenare sînt încă prezente la aceste tipuri.

• **Picupuri de calitate Hi-Fi**

Majoritatea picupurilor corespunzătoare condițiilor calitative Hi-Fi, sînt realizate fără preamplificatoare și amplificatoare finale. Se produc, în număr mai restrîns și picupuri cu amplificatorul încorporat, iar în ultima vreme se extinde „moda" de a se produce aparate compacte, care pe lîngă picupuri cu amplificatori, mai conțin casetofon și radio.

Fără excepție, picupurile Hi-Fi sînt dotate cu doze de redare magnetice sau dinamice. Sistemul de antrenare este prevăzut cu platan de diametru mai mare de 300 mm, cu masa mare, motor de tip sincron sau de curent continuu cu circuite electronice de reglaj automat al turației.

Modul de antrenare al platanului, la unele tipuri este prin fricțiune, dar, în majoritatea cazurilor se realizează prin curea de transmisie. Vitezele de rotație ale platanului sînt de regulă numai 45 și 33 1/3 rotații/minut. Schimbarea vitezei se poate realiza prin modificarea raportului de transmisie, prin schimbarea poziției rolei sau curelei pe discul cilindric în trepte, sau prin modificarea pe cale electrică a turației motorului.

Lungimea brațului de picup utilizat este de cel puțin 10″ (254 mm) sau mai mare. Brațul este prevăzut cu contragreutate reglabilă, cu mecanism lift, cu dispozitiv antiskating, iar carcasa de susținere a dozei de redare se fixează (de braț) prin închizător baionetă. De asemenea mai sînt dotări, cum ar fi: întrerupător automat de oprire (la sfîrșitul discului), mecanism de ridicare a brațului și eventual de aducere în poziție de repaus.

Una dintre părțile componente importante ale picupurilor Hi-Fi, este dispozitivul antiskating. Modul de funcționare și utilizare al acestui dispozitiv, trebuie neapărat cunoscut, în scopul exploatării corecte a picupului.

Dispozitivul antiskating servește, cum arată și denumirea, la înlăturarea efectului skating. Efectul skating este de fapt acțiunea continuă a forței centripete asupra vîrfului de redare, care determină, ca apăsarea acestuia pe peretele interior al șanțului gravat să fie mai mare pe cel exterior. Acțiunea forței de apăsare verticală (Q) a vîrfului de redare combinată cu mișcarea de rotație a discului determină apariția unei forțe tangențiale (P). Această forță rezultată are natura unei forțe de frecare, dată de formula $P=\mu Q$, unde μ este coeficientul de frecare dintre vîrful de redare și șanțul gra-

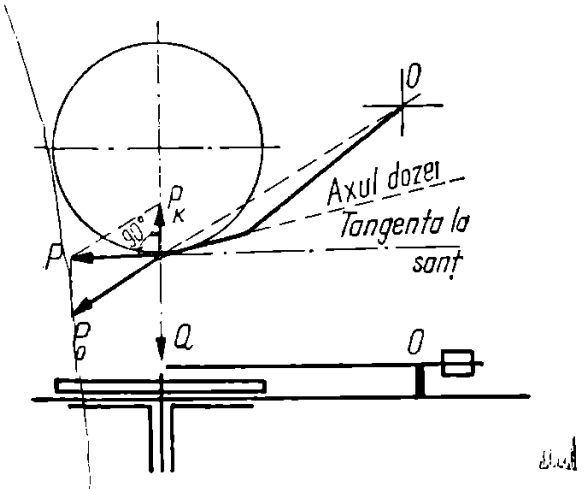


Figura 168 — Schița forțelor care apar în cazul redării discului.

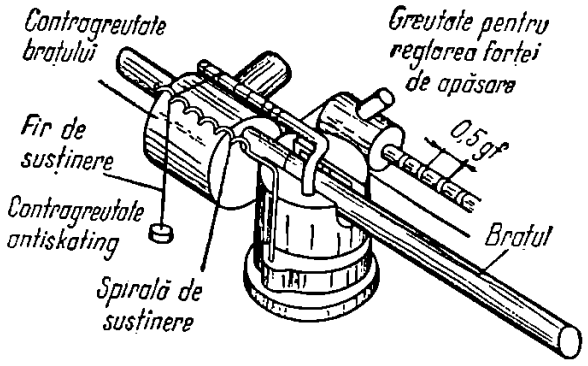


Figura 169 — Schița unui dispozitiv antiskating simplu cu contragreutate.

vat pe disc. Coeficientul de frecare μ, depinde de forma și dimensiunile vîrfului și de elasticitatea discului. Asupra brațului, prin descompunerea forței P, vor acționa două forțe componente. O forță P_0, care se aplică lagărului articulației brațului (O) pe direcția dreptei dintre vîrful de redare și articulație. A doua forță, forța centripetă P_k pe direcția razei perpendiculare tangentei în vîrful de redare, și care face ca brațul să tindă să se deplaseze spre interiorul discului. Astfel, apăsarea exercitată în vîrful de redare pe peretele interior al șanțului gravat este mult mai mare față de apăsarea de pe peretele exterior. În cazul redării discurilor stereo, acest efect se manifestă prin apariția unor distorsiuni mari a semnalelor înregistrate pe peretele interior (deci a canalului stîng), în raport cu cele corespunzătoare canalului drept.

Efectul forței centripete (P_k), numită — skating — în limba engleză, devine supărător la forțe de apăsare mai mici de 3 gf, adică la dozele magnetice și dinamice, cu care sînt prevăzute picupurile Hi-Fi. Eliminarea acestui efect se realizează cu dispozitive numite antiskating.

De fapt, cu ajutorul dispozitivului antiskating se caută obținerea unei forțe egale și de sens opus celei centripete, compensîndu-se astfel efectul nedorit al acesteia. Soluțiile constructive de realizare a dispozitivelor antiskating sînt diferite de la tip la tip.

Schița unui dispozitiv antiskating simplu este prezentată în figura 169. Lîngă articulația brațului, spre partea platanului, peste o piesă de susținere în formă de spirală, este trecut un fir de mătase artificială, care susține o contragreutate. Capătul firului este fixat de un levier reglabil și gradat în zecimi de grame-forță (gf). Se creează astfel, o forță antagonistă, care acționează asupra brațului în sensul compensării forței centripete.

Un alt dispozitiv antiskating, des utilizat, este realizat pe baza forței de elasticitate a unui ax spiral, care este astfel montat la brațul de redare, încît oferă forța necesară compensării. Prin modificarea cu ajutorul unui buton sau al unei manete a poziției capătului arcului spiral (sau sub forma arcului de ceasornic), se poate regla forța elastică, deci compensarea necesară. Butonul fiind gradat sau maneta culisînd lîngă o scală gradată, (de regulă în gf), se poate stabili forța necesară, de cca 0,1 din forța de apăsare normală, compensării efectului skating. De exemplu, forța de apăsare normală a vîrfului de redare conic cu $r=12$ μm, pe un disc cu un microșanț stereo este de 2,5 gf, în acest caz forța centripetă (skating) este de 0,260 gf. Unele picupuri sînt dotate cu indicatoare speciale a forței de apăsare normală, funcționînd pe principiul dinamometric sau al balanței cu un braț, avînd scală gradată în gf (exemplu: picupul 22GCo27, fabricat de firma Philips). Alte picupuri, mai pretențioase au dispozitivul antiskating realizat pe baza compensării cu elemente magnetice și nu cu piese mecanice.

Chiar și între diferitele tipuri de picupuri de calitate Hi-Fi, există deosebiri calitative și este posibilă, și în acest caz prezentarea lor diferențiată. În cazul picupurilor Hi-Fi, de construcție mai simplă se mai întîlnește sistemul de antrenare prin fricțiune și braț de tip drept. Un astfel de pikup este tipul Lenco L 78, prezentat în figura 170. Acest tip are avantajul unui mecanism simplu, cu elemente de reglaj și manevrare puține, conferind astfel o funcționare mai sigură. El face parte dintre puținele picupuri prevăzute cu viteza de 78 rotații/minut, care dau posibilitatea redării discurilor cu șanț normal. Schimbarea vitezei de rotație se face cu ajutorul unei manete (levier) mecanice. Brațul picupului de tip drept este prevă-

Figura 170 — Elemente de acționare ale picupului Lenco L 78.

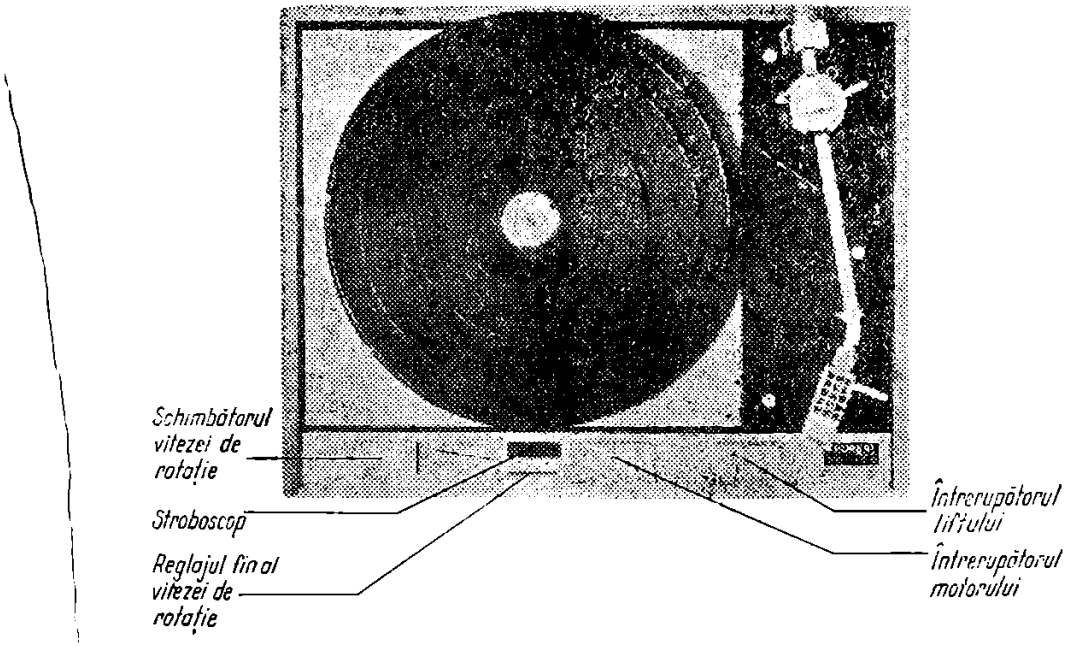


Figura 171 — Elementele de acționare ale picupului Hi-Fi. tip Thorens TD 125.

zut cu mecanism lift și cu dispozitiv antiskating, cu fir cu contragreutate. Greutatea brațului este echilibrată cu ajutorul unei contragreutăți, iar forța de apăsare a vîrfului de redare se reglează cu ajutorul unei mici contragreutăți. De asemenea, se poate regla și forța antagonistă din dispozitivul antiskating.

Din categoria picupurilor Hi-Fi de performanțe calitative mijlocii se poate exemplifica tipul Thorens TD 125 (vezi figura 171). Sistemul de antrenare este instalat pe amortizoare de zgomot speciale, fapt ce face posibilă obținerea unui nivel de zgomot de natură mecanică mai bun de 45 dB (neponderat). Antrenarea platanului se face prin curea de transmisie, iar schimbarea celor trei viteze prevăzute, se face prin comanda electronică a motorului.

Viteza de rotație este controlată prin sistemul stroboscopic și se poate stabili între limitele —4 . . . —5%, cu ajutorul unui reglaj fin.

Brațul are un singur cot, iar carcasa dozei magnetice este fixată cu închizător baionetă. Liftul brațului este de tipul mecanic, iar dispozitivul antiskating este realizat cu contragreutate pe fir.

Picupul nu conține preamplificator, bornele de ieșire ale dozei sînt conectate la o mufă DIN cu cinci contacte. În asemenea situații, cablul de legătură dintre picup și amplificator nu se recomandă a fi mai lung de 1,5 m, pentru a nu se înrăutăți raportul semnal-zgomot.

În ultima perioadă, din jurul anului 1970, s-a extins într-o arie din ce în ce mai largă, utilizarea brațului cu două coturi (în formă de S).

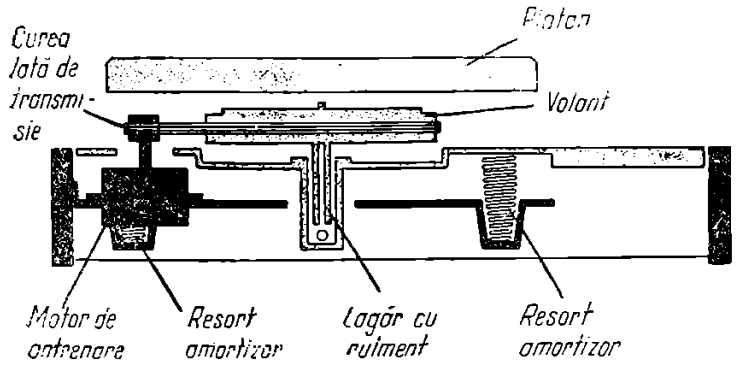


Figura 172 — Secțiune verticală în picupul Thorens TD 125.

În prezent, picupurile de înaltă calitate Hi-Fi sînt prevăzute cu asemenea tip de braț. În figura 173 se prezintă un asemenea tip de picup, de fabricație Pioneer-PL 51 A. Antrenarea platanului se face prin curea de transmisie, cu ajutorul unui motor de curent continuu cu turație mică fără colector (comutator). Turația motorului de antrenare este controlată cu un circuit electronic echipat cu 12 tranzistoare.

Cele două viteze de rotație (33 1/3 și 45 rotații/minut) se pot regla fin în plaja de $\pm 2\%$, și sînt controlate cu sistem stroboscopic. Deoarece picupul este destinat să funcționeze la rețelele cu frecvența de 50 Hz sau 60 Hz, banda stroboscopică după marginea platanului este împărțită corespunzător.

La brațul în formă de S se poate atașa, prin închizătorul baionetă, o carcasă de doză de redare normalizată internațional. De ase-

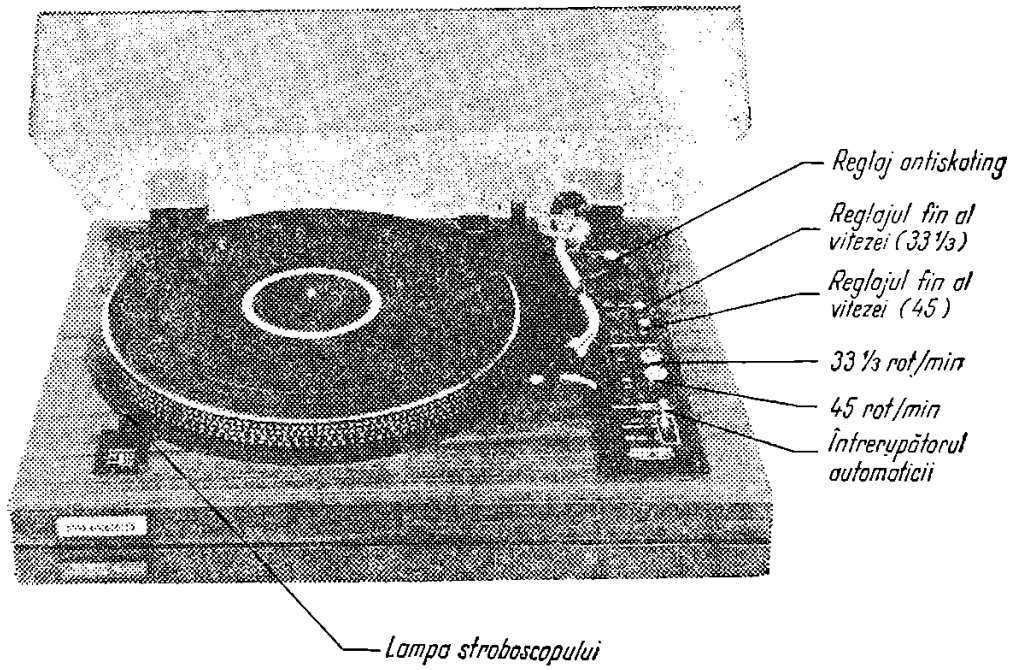


Figura 173 — Elementele de acționare ale picupului Hi-Fi, tip Pioneer PL — 51 A.

menea brațul este prevăzut cu lift pneumatic, dispozitiv antiskating și automat de deplasare. Cu ajutorul contragreutății se poate regla forța de apăsare a vîrfului de redare între 0,5 ... 4 gf. Zgomotul de natură mecanică este deosebit de mic, astfel, în șanț negravat, se obține 55 dB.

2.1.5. ÎNTREȚINEREA ȘI EXPLOATAREA PICUPURILOR

Întreținerea și exploatarea picupurilor prezintă particularități variate de la tip la tip. Există, totuși cîteva criterii general valabile în toate cazurile, și pe care este indicat să le respectăm în scopul obținerii unei calități corespunzătoare.

În primul rînd trebuie să atragem atenția asupra felului cum trebuie transportat corect picupul înainte de punerea lui în funcțiune sau după aceasta, în diferite situații. Indiferent de distanța pe care se face transportarea aparatului, el trebuie împachetat și fixat în condiții speciale. În cazul picupurilor de calitate Hi-Fi, la care mecanismul de antrenare este amortizat pe resoarte sau bride elastice este necesară blocarea (fixarea) acestuia cu ajutorul unor șuruburi (de obicei două) pentru blocare. De asemenea se vor bloca brațul și dispozitivul antiskating. Platanul și cureaua de antrenare se demontează și se împachetează separat. Este indicat a se demonta după braț carcasa cu doza de redare și transportarea acesteia în cutia ei specială.

În cazul în care nu se procedează la împachetarea corespunzătoare a picupului, ne putem aștepta, după cîteva transportări, ca axul platanului să fie descentrat (în lagăr) și zgomotul de natură mecanică să crească. Totodată, doza și vîrful de redare sînt expuse la deteriorare.

Deci, avîndu-se în vedere greutățile, ce apar cu ocazia transportului, este indicat ca după instalarea picupului Hi-Fi, acesta să nu mai fie „plimbat".

Instalarea corectă a picupurilor este prima operațiune importantă. Înainte de punerea în funcție a picupului, recomandăm amatorilor, dar în aceeași măsură și profesioniștilor, să studieze cu atenție instrucțiunile tehnice de utilizare, ce însoțesc aparatul.

Presupunînd că aparatul a fost corect împachetat, după despachetare, înainte de punerea în funcțiune, sînt necesare următoarele operații:

a) Se desfac șuruburile de blocare a motorului de antrenare și se verifică dacă acesta este suspendat și centrat de către resoartele de susținere.

b) Se plasează cureaua de transmisie pe șaiba cilindrică a motorului și pe cea de antrenare a platanului. Dacă antrenarea se face

prin rolă cu fricțiune, se verifică poziția corectă a acesteia, precum și posibilitatea mișcării acesteia.

c) Se așază platanul în lăcașul lagărului, apoi discul de cauciuc (fața platanului). Dacă ne-am asigurat că subansamblele sînt corect montate putem, cu ajutorul butonului (clapei) de pornire, pune în mișcare sistemul de antrenare. Se va verifica acțiunea sistemului de sincronizare.

d) Dacă și brațul picupului a fost împachetat separat, urmează ca și el să fie montat conform prescripțiilor tehnice.

e) Se atașează brațului doza de redare și contragreutatea. Apoi, se poziționează aparatul în planul orizontal cu ajutorul nivelei cu bulă de aer (boloboc).

f) După acestea, urmează echilibrarea brațului. Această operațiune se face după ce brațul a fost complet echipat și dispozitivul antiskating a fost pus pe poziția 0.

g) Se va modifica poziția contragreutății de la capătul brațului, prin înșurubare sau translatare a contragreutății, astfel încît să se obțină echilibrul brațului, similar ca la o balanță cu brațe inegale. Apoi, se reglează forța de apăsare a vîrfului (acului) de redare la valoarea dorită. După aceea se poziționează butonul dispozitivului antiskating la diviziunea corespunzătoare.

h) Dacă picupul este dotat cu lift și automat pentru braț se va verifica corectitudinea funcționării acestora.

Dacă s-au efectuat aceste operații în mod corespunzător și s-a ținut seama și de instrucțiunile tehnice ale aparatului, se poate considera că acesta va funcționa ireproșabil.

După instalarea picupului, utilizarea sa nu necesită cunoștințe tehnice, ci precauțiune și atenție. O condiție esențială este starea de curățenie a acului. Pentru ca acesta să fie mereu curat, trebuie ca suprafața discului să fie întotdeauna curățită înainte de redare. Pentru aceasta — în cazul discurilor cu suprafața bună — este suficientă ștergerea suprafeței discului cu un material textil antistatic. Pentru evitarea încărcării electrostatice a discului în timpul redării, discul de cauciuc de pe platan (fața platanului) trebuie să fie făcut dintr-un cauciuc antistatic. Astfel, se pot procura din comerț* fețe de platan de fabricație suedeză tip „STAT — O — MATIC", care sînt antistatice.

După un anumit timp de utilizare, chiar în aceste condiții, vîrful (acul) de redare se va murdări. Din cauza murdăriei, vîrful va fi ridicat din șanțul gravat, apărînd distorsiunile și atenuarea domeniului frecvențelor înalte, pînă la dispariția acestora. Este necesară curățirea vîrfului cu ajutorul unei pensule fine din păr de veveriță

* Este vorba de comerțul din R.P.U.

(cu care vom îndepărta murdăria). Pentru verificarea stării de uzură a vîrfului de redare se va utiliza o lupă cu mărire de cca 25 . . . 50 ori.

Lagărele mecanismelor sistemului de antrenare fiind realizate din bronz special, este suficientă ungerea lor cu ulei fin, odată la cca 2 ani. Dacă însă în instrucțiunile (sau documentația) tehnice se specifică alte prevederi — chiar lipsa necesității ungerii — acestea vor fi respectate cu strictețe.

Din experiența practică, rolele din cauciuc pentru transmisia prin fricțiune se uzează la cca 200 ore de funcționare, curelele de transmisie la cca 250 . . . 300 ore de funcționare, după care trebuie înlocuite.

Mecanismul de antrenare trebuie periodic să fie curățat. Această operațiune se face după îndepărtarea platanului, a subansamblelor din cauciuc. Se va utiliza benzina ușoară sau alcoolul tehnic pe un material textil, care nu lasă scame. Cu ajutorul acestora se va îndepărta murdăria de pe subansamblele mecanismului.

ATENȚIUNE! Operațiunea de curățire a subansamblelor se face numai după ce picupul a fost deconectat de la rețea.

2.2. APARATE DE RADIORECEPȚIE

Aparatul de radiorecepție are un rol însemnat în practica amatorilor de electroacustică. Pentru amator, el este nu numai un mijloc de redare de nădejde, ci și o importantă sursă de semnale. Extinderea ariei de utilizare a tranzistoarelor și a circuitelor integrate din ultimii ani, au influențat și dezvoltarea aparatelor de radiorecepție. Diferitele tipuri și categorii de radioreceptoare, care se fabrică azi sînt prevăzute deja cu dispozitive semiconductoare moderne.

Dacă dorim să facem o clasificare a aparatelor de radiorecepție care se utilizează în prezent, putem enumera:

— radioreceptoare de joacă
— aparate de buzunar, de poșetă
— aparate portabile monofonice (mono)
— aparate portabile stereofonice (stereo)
— aparate pentru automobile mono sau stereo
— radiocasetofoane pentru automobile mono sau stereo
— radiocasetofoane mono
— radiocasetofoane stereo
— aparate staționare mono
— tunere stereo Hi-Fi
— aparate stereo Hi-Fi, cu amplificatoare de ieșire
— combine Hi-Fi (radio-picup-magnetofon sau casetofon)

Dintre aceste aparate de radiorecepție destinate marelui public (neprofesionale), distingem aparate pentru recepționarea informațiilor și programelor muzicale cu scop distractiv, aparate folosite în tehnica sunetului. Ținînd seama de performanțele calitative ale diferitelor tipuri de aparate de radiorecepție, chiar pentru scopuri amatoricești, corespund doar cele ce aparțin ultimelor trei categorii enumerate.

2.2.1. NORME INTERNAȚIONALE

În legătură cu radiodifuziunea sonoră și cu radioreceptoarele sînt aplicate două norme de bază internaționale. Una se referă la sistemele de radioemisie și la benzile frecvențelor alocate, cealaltă este în legătură cu prelucrarea semnalelor și frecvența acestora, în radioreceptoare.

Sisteme de radiodifuziune

Radiodifuziunea sonoră, care are ca scop difuzarea informațiilor (programelor) sonore către marele public, cu ajutorul undelor radioelectrice, se poate împărți după sistemul de modulație în: sistemul cu modulație de amplitudine (MA) și sistemul cu modulație de frecvență (MF).

În cazul sistemului MA, semnalul de audiofrecvență (modulația) va modifica, după o lege liniară, amplitudinea semnalului de radiofrecvență (purtătoarea). Rezultă un semnal de radiofrecvență modulat în amplitudine, care este radiat în spațiu de către antena de emisie. La sistemul MA lărgimea de bandă ocupată este de cca 9 KHz. Astfel în cele două benzi laterale, sînt transmise uniform doar semnalele de audiofrecvență pînă la 4 500 Hz.

În cazul sistemului MF, semnalul de audiofrecvență va modifica frecvența instantanee a semnalului de radiofrecvență, rezultînd un semnal de radiofrecvență cu modulație de frecvență, care se aplică antenei de emisie. Banda de frecvență ocupată, în sistemul MF este de 100 ... 200 KHz, facilitînd transmisia semnalelor de audiofrecvență între 30 ... 15 000 Hz (și chiar mai mult la transmisiile stereofonice).

Emițătoarele de radiodifuziune (posturile de radio) cu MA lucrează în trei game de lungimi de undă:

— Unde lungi (UL)
— Unde medii (UM)
— Unde scurte (US)

Emițătoarele de radiodifuziune cu MF lucrează numai în gama undelor ultrascurte (UUS).

Principiul de funcționare al emițătoarelor cu MA, de pe tot globul este același, fapt ce permite radiorecepția oricărui post, cu orice

tip de radioreceptor (fabricat oriunde). Spre deosebire de emițătoarele MA, în cazul sistemului cu MF există două norme internaționale. Aproximativ trei pătrimi din emițătoarele cu MF funcționează în norma CCIR, pe cînd emițătoarele MF din țările socialiste transmit în norma OIRT*. Un receptor fabricat pentru o anumită normă nu poate recepționa emisiunile posturilor ce transmit în cealaltă normă. Adică dispare compatibilitatea — tipică sistemului MA.

Pentru înlăturarea acestui impediment în ultima vreme se fabrică radioreceptoare ce pot recepționa în ambele norme, atît în CCIR cît și-n OIRT.

Din punct de vedere al programului radiodifuzat trebuie să menționăm că emițătoarele cu MA transmit numai programe monofonice — mono, pe cînd emițătoarele cu MF pot transmite programe mono și/sau stereofonice.

• **Gamele de unde recepționate**

a) Gama de unde lungi; cuprinsă între lungimile de undă de 2 000 m și 1 000 m, respectiv între frecvențele de 150 și 300 KHz. În acest domeniu lucrează cele mai vechi stații de emisie MA, transmițînd de regulă programele 1 naționale. Banda frecvențelor transmise fiind de cca 4,5 KHz.

b) Gama de unde medii**, cuprinsă între lungimile de undă: 570 și 186 m, respectiv între frecvențele 525 și 1 605 KHz. Gama cea mai „aglomerată" cu emițătoare MA. Din cauza fenomenelor de propagare în această gamă, raza de acțiune primește valori medii. Din cauza aglomerării posturilor în această gamă, chiar în banda de 4,5 KHz apar influențe (diafonie) din canalele posturilor adiacente, deci proprietatea de selecție a posturilor este diminuată.

c) Gama undelor scurte cuprinsă între lungimile de undă de 50 și 11 m, respectiv frecvențele de 5,95 și 27 MHz. În această gamă frecvențele alocate stațiilor de emisie de radiodifuziune se face în următoarele subgame:

49 m (5,95 . . . 6,2) MHz	19 m (15,1 . . . 15,4) MHz
41 m (7,0 . . . 7,3) MHz	16 m (17,7 . . . 18) MHz
35 m (11,7 . . . 11,5) MHz	13 m (21,5 . . . 21,7) MHz
31 m (9,5 . . . 9,7) MHz	11 m (25,6 . . . 26,6) MHz

Toate transmisiunile sînt cu MA și monofonice.

d) Gama undelor ultrascurte UUS, în norma OIRT cu lungimile de undă cuprinse între (4,5 . . . 4,11) m, adică banda de frecvențe (66 . . . 73) MHz — în RSR banda este: (65 . . . 73) MHz; în

---

N.T. * O.I.R.T. — Organisation Internationale de Radiodifusion et Television — Organizația Internațională de Radio și Televiziune.

N.T. ** Valorile frecvențelor, respectiv lungimilor de undă, prezentate mai departe sînt cele admise în normele RSR — după „Receptoare pt. Radiodifuziune" de Ed. Costiner, pag. 51, Editura Tehnică.

norma CCIR lungimile de undă sînt cuprinse între: (3,42 . . . 2,77) m, iar banda de frecvențe (87,5 . . . 108) MHz.

În aceste game lucrează emițătoarele de radiodifuziune MF, care realizează transmisiuni de calitate ridicată. În prezent, aproape toate emisiunile sînt stereofonice. Caracteristicile de propagare a undelor radioelectrice în acest domeniu determină ca zona de acțiune a unui emițător să fie relativ mică, cca 80 . . . 100 Km.

2.2.2. CARACTERISTICI CALITATIVE

Referindu-ne la diferitele tipuri de aparate de radiorecepție, cu o mare varietate a indicilor calitativi, este dificil a se crea un sistem unitar de condiții calitative.

Astfel, aparatele se vor grupa între anumite limite calitative, cuprinse în patru clase calitative. Evident, nu vom compara din punct de vedere al caracteristicilor calitative un receptor de buzunar cu un receptor stereofonic Hi-Fi.

Prezentăm în continuare principalele caracteristici tehnice-calitative, care caracterizează radioreceptoarele de calitate, ce pot fi cuprinse în cadrul mijloacelor electroacusticii de amatori.

Sensibilitatea radioreceptorului

Pentru obținerea unei audiții de o anumită intensitate, este necesar ca la intrarea în radioreceptor să se aplice un semnal de radiofrecvență de o mărime corespunzătoare. Sensibilitatea maximă a radioreceptorului exprimă mărimea în μV a tensiunii semnalului de radiofrecvență de la borna de antenă, astfel ca la ieșirea din amplificatorul de audiofrecvență de putere să se obțină o putere dată, de obicei 50 mW, sau puterea nominală maximă. Aceasta, cu condiția ca reglajul volumului să fie la maxim. Sensibilitatea depinde de amplificarea globală a radioreceptorului.

Aparatele de calitate mediocră au sensibilitatea în gamele AM de cca 150 μV, iar în gama FM mai mică de 50 μV. Sensibilitatea radioreceptoarelor de calitate ridicată, în gamele AM este de cca 25 . . . 50 μ V, iar în FM mai mare ca 5 . . . 10 μ V.

Sensibilitatea limitată de zgomot

În afara sensibilității maxime (definite mai sus) se poate defini o altă caracteristică tehnică: sensibilitatea limitată de zgomot. Această caracteristică exprimă valoarea tensiunii semnalului de radiofrecvență în μV, ce trebuie aplicat la borna de antenă a radioreceptorului, astfel ca la ieșirea din el, să se obțină un raport semnal/zgomot impus. Se reliefează astfel și caracteristicile de zgomot ale etajelor de amplificare ale radioreceptorului.

Pentru recepționarea în condiții calitative Hi-Fi, este necesar ca amplitudinea tensiunii de zgomot să fie maximum 3% din valoarea

semnalului util. Această cerință după standardul DIN se materializează printr-un raport semnal/zgomot de cel puțin 26 dB pentru mono; respectiv 46 dB pentru stereo.

Selectivitatea

Principala caracteristică a etajelor de radiofrecvență acordate este posibilitatea lor de a transmite o anumită bandă de frecvențe, respectiv de a atenua restul semnalelor din afara acestei benzi de trecere.

Astfel, semnalele provenite de la stațiile de emisie alăturate vor fi atenuate (slăbite) în raport cu semnalul postului recepționat, pe care este acordat receptorul.

Selectivitatea se exprimă ca raportul dintre valoarea semnalelor din canalul alăturat și cel din canalul util, exprimat în dB.

Selectivitatea față de semnalul de frecvență imagine

În cazul radioreceptoarelor superheterodină, pe lîngă frecvența semnalului util există posibilitatea recepționării unui semnal de frecvență imagine (care este de fapt un semnal perturbator). Atenuarea acestui semnal de către circuitele de radiofrecvență de la intrarea radioreceptorului, exprimată în dB, reprezintă selectivitatea față de semnalul de frecvență imagine.

Nivelul zgomotului

Cu privire la radioreceptoare se poate aprecia în două moduri. În primul rînd, prin valoarea tensiunii de zgomot măsurată la ieșirea din demodulator, atunci cînd la borna de antenă a receptorului se aplică un semnal de radiofrecvență nemodulat, corespunzător sensibilității receptorului.

Într-un receptor de calitate, în gama UUS, nivelul de zgomot nu este mai mare de —60 . . . —66 dB. În acest caz, tensiunea de zgomot este de cel mult 0,1% din valoarea semnalului util.

Alt mod, se referă la nivelul zgomotului măsurat pe impedanța de sarcină a etajului de putere de ieșire.

Caracteristica de frecvență

Variația amplificării etajelor radioreceptorului în funcție de frecvență, determină caracteristica amplitudine funcție de frecvență. Această caracteristică se poate defini în două situații. În primul rînd, caracteristica de frecvență sau banda semnalelor de audiofrecvență, care se obține la ieșirea din demodulator. În al doilea rînd, caracteristica de frecvență la ieșirea din etajul de putere (pe impedanța de sarcină). În ambele cazuri limitele benzii de frecvențe (frecvența minimă — frecvența maximă) transmise se definesc în punctele unde amplificarea scade cu 3 dB (de 0,7 ori). Abaterea amplificării în bandă se consideră față de valoarea amplificării la o anumită frecvență, considerată ca referință, și se exprimă în $\pm$dB.

De regulă, frecvența unde se consideră amplificarea de referință se află în mijlocul benzii transmise.

Distorsiunile neliniare

Și în acest caz, evaluarea distorsiunilor neliniare se poate face în două variante. Pe de o parte, se consideră distorsiunile neliniare măsurate la ieșirea din demodulator, situație în care evaluăm distorsiunile introduse de etajele de radiofrecvență. Măsurarea se face prin aplicarea la borna de antenă a unui semnal de radiofrecvență modulat (cu 1 kHz sau cu frecvențe aparținînd benzii de audiofrecvență) și măsurarea cu distorsiometrul la ieșirea din demodulator a distorsiunilor neliniare. Pe de altă parte, măsurarea se poate face și pe impedanța de sarcină a etajului (final) de ieșire, situație în care se face evaluarea și a distorsiunilor introduse de amplificatorul de audiofrecvență. Distorsiunile la un receptor de calitate sînt mai mici de 5%.

2.2.3. SCHEMELE BLOC ALE RADIORECEPTOARELOR

În tehnica amatorilor, recepționarea emițătoarelor de radiodifuziune cu MA se poate realiza și cu radioreceptoare de tipul cu amplificare directă. Aceste receptoare conferă pe lîngă simplitatea schemei și o bandă relativ largă a semnalelor de audiofrecvență. Principalul lor dezavantaj este selectivitatea scăzută. Însă, condiții calitative Hi-Fi se pot obține numai prin recepționarea programelor mono sau stereofonice, transmise de către emițătoarele de radiodifuziune MF, din gama UUS. Recepționarea acestor emisiuni se face de regulă cu radioreceptoare de tip superheterodină, care pot fi prevăzute și cu gamele MA.

Presupunînd că cititorul este informat asupra principiilor de funcționare a lanțului de radiodifuziune (emisie-recepție), vom prezenta sumar funcționarea receptorului superheterodină. Radioreceptorul este prevăzut cu un etaj oscilator a căror oscilații se aplică împreună cu oscilațiile captate de către antena de recepție, unui

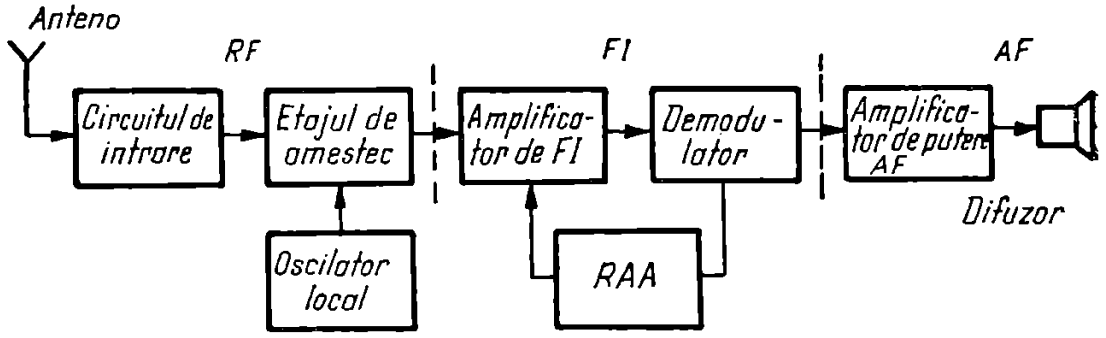


Figura 174 — Schema bloc simplificată a radioreceptorului superheterodină.

etaj de amestec. Diferența celor două oscilații, realizată în etajul de amestec, este o oscilație de radiofrecvență, care se numește: semnal de frecvență intermediară. Acest semnal, conține informația (modulația), care a fost preluată de la semnalul creat în antenă de către emițătorul de radiodifuziune.

Semnalul de frecvență intermediară este amplificat de către amplificatorul de frecvență intermediară (AFI), apoi demodulat în etajul demodulator, obținîndu-se semnalul de audiofrecvență, care a fost transmis. Acesta se aplică preamplificatorului, respectiv amplificatorului final, de audiofrecvență (AAF).

Radioreceptorul de tip superheterodină prezintă următoarele avantaje:

a) Ponderea amplificării semnalelor (cca 80%) se face în amplificatorul de frecvență intermediară, deci se obține o sensibilitate și o selectivitate relativ constantă în toate gamele de unde recepționate.

b) Circuitele selective — filtrele de bandă — din amplificatorul de frecvență intermediară sînt acordate pe frecvența intermediară. Astfel, selectarea unui post se face prin modificarea frecvenței oscilatorului local, și a circuitului de radiofrecvență de la intrarea receptorului. Prin urmare, este facilitat monoacordul, adică alegerea postului recepționat cu ajutorul unui singur buton.

c) La valoarea frecvenței intermediare, se pot realiza circuite cu factor de calitate ridicat, deci se obține amplificare și selectivitate de valori ridicate.

Radioreceptoarele de uz comun sînt astfel realizate încît permit efectuarea recepției în ambele sisteme: MA—MF. Un receptor destinat recepției MA—MF este mai scump cu cca 30 . . . 35%, ca un receptor MA. Însă, privind din punctul de vedere al calității semnalelor recepționate, sistemul MF este singurul care poate satisface exigențe mai elevate. Din acest motiv, în ultima vreme, s-a răspîndit fabricarea de către multe firme străine, a blocurilor de recepție numai pe UUS, fără amplificatorul de putere, de ieșire. Asemenea aparat de recepție se mai numește: tuner MF (în engleză: FM tuner).

Practica actuală a tehnicii sunetului nu se poate limita numai la transmisiile monofonice, un loc din ce în ce mai important îl ocupă transmisiile stereofonice. Din acest motiv, vom prezenta radioreceptoarele destinate recepționării emisiunilor stereofonice. În prezent, emisiunile stereofonice se efectuează numai în domeniul undelor ultrascurte, cu MF.

Etajele radioreceptorului

În radioreceptoarele moderne întîlnim etaje funcționale, care se pot împărți în două grupe, în funcție de sistemul MF, respectiv MA.

Pentru recepționarea semnalelor MF sînt prevăzute etajele:

a) Amplificatorul de radiofrecvență (MF)
b) Oscilator local (MF)
c) Schimbător de frecvență (MF)
d) Amplificator de frecvență intermediară (AFI-MF)
e) Demodulator MF + indicatorul (optic) de acord
f) Control automat al frecvenței — CAF sau AFC
g) Decodor stereo

Pentru recepționarea semnalelor MA, avem:

a) Schimbătorul de frecvență (MA)
b) Oscilatorul local (MA)
c) Amplificatorul de frecvență intermediară (AFI—MA)
d) Detectorul (demodulatorul MA)
e) Reglajul automat al amplificării — RAA sau AGC

După această clasificare, vom prezenta rolul fiecăruia dintre aceste etaje. Totalitatea etajelor FM constituie așa-numitul tuner MF. Dacă se fabrică un receptor destinat numai recepționării MF, fără amplificator de audiofrecvență de putere, numai cu ieșire de tensiune de audiofrecvență, și acest tip de aparat poartă denumirea de tuner MF.

La intrarea etajului amplificator de radiofrecvență se aplică semnalul, provenit de la antena de recepție de tip dipol, și transmis prin cablu asimetric coaxial de 60 ... 75 Ω sau cablu simetric paralel (panglică) de 240 Ω. Acest semnal, după ce a fost amplificat, se aplică împreună cu semnalul produs de oscilatorul local din blocul de UUS, etajului schimbător de frecvență. La ieșirea acestuia se obține semnalul de frecvență intermediară FI, de 10,7 MHz.

Acest semnal de FI, este amplificat de către etajele amplificatorului de frecvență intermediară, apoi aplicat demodulatorului FM, care poate fi un discriminator de raport sau un discriminator de fază. Rolul acestui etaj este de a separa semnalele de informație, care conțin programul recepționat, de semnalul de înaltă frecvență de FI (10,7 MHz). Dacă transmisiunea este stereofonică, atunci semnalele de audiofrecvență corespunzătoare celor două canale stîng și drept, sînt codate și obținerea lor se face prin decodorul stereo.

La demodulatorul MF se mai conectează, circuitul de CAF sau AFC (Automatic Frequency Controll) și indicatorul de acord. Circuitul de CAF realizează o buclă de reglaj automat al frecvenței oscilatorului din blocul de UUS, fapt ce duce la îmbunătățirea radicală a stabilității frecvenței oscilațiilor acestuia. La receptoarele de calitate, banda de captură — dată prin norme — este de $\pm$300 KHz. Adică, frecvența corectă a oscilatorului local poate fi adusă-capturată în acest ecart de frecvențe. Indicatorul de acord este de obicei un instrument cu sensibilitatea de 100 μA (tip Deprez).

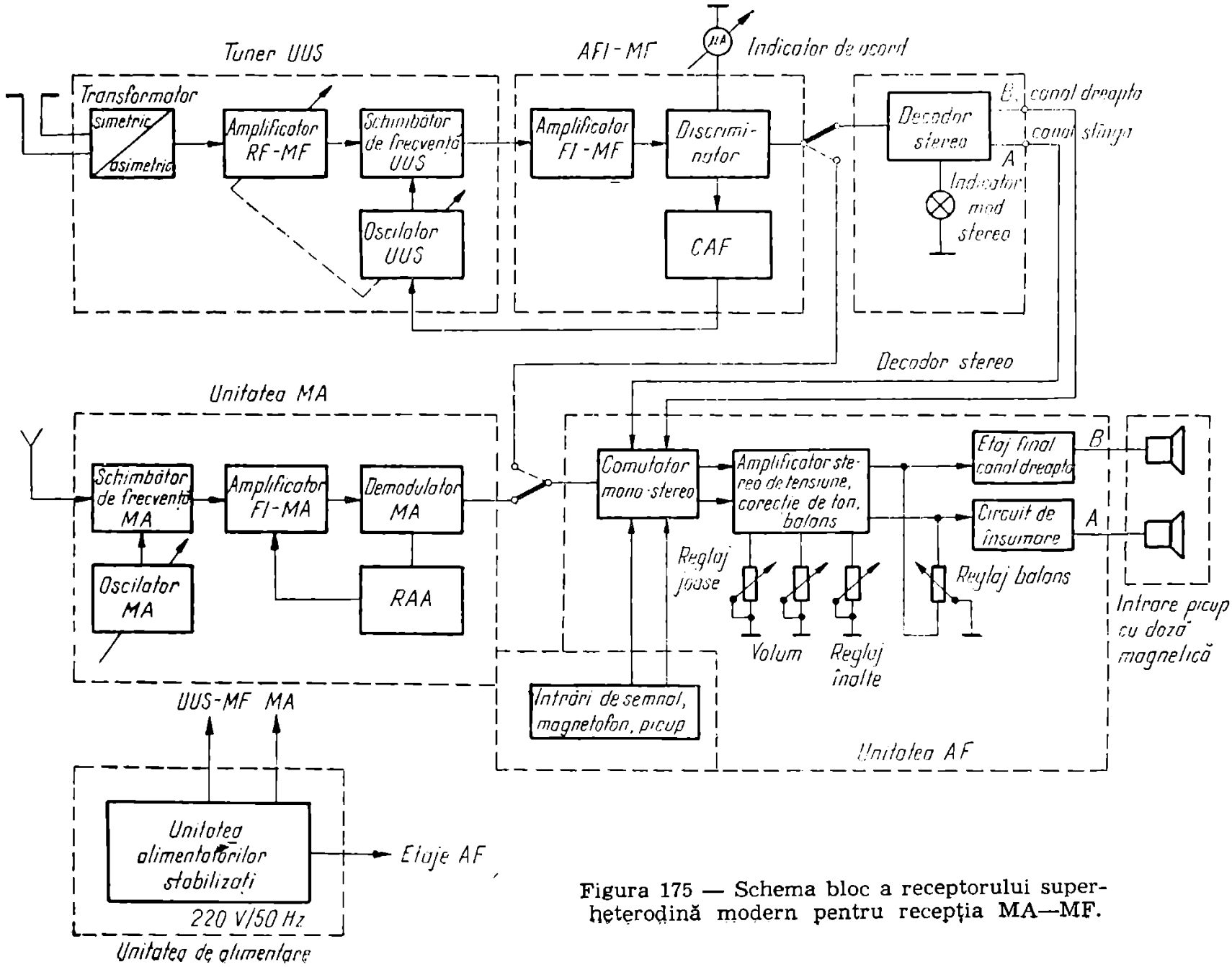


Figura 175 — Schema bloc a receptorului superheterodină modern pentru recepția MA—MF.

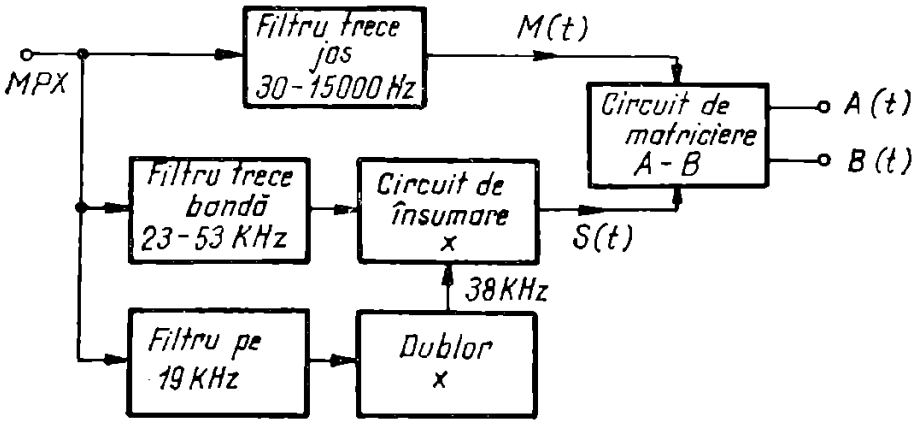


Figura 176 — Schema bloc a decodorului cu separarea componentelor M (t) și S* (t) cu detecția anvelopei.

În cazul recepționării unui program monofonic, semnalul de audiofrecvență obținut la ieșirea demodulatorului MF, se aplică la intrarea amplificatorului de audiofrecvență. Dacă se recepționează un program stereofonic, la ieșirea din demodulator se obține un semnal multiplex (MPX), care conține codat informațiile stereo, respectiv semnalele de audiofrecvență din canalele drept și stîng, care au fost transmise. Decodarea semnalului multiplex se realizează cu ajutorul decodorului[1] stereo. În radioreceptoarele moderne intrarea în funcțiune a circuitelor decodorului stereo se face automat, odată cu apariția la intrarea în receptor a unui semnal stereofonic.

Pentru obținerea unei calități corespunzătoare, diafonia dintre cele două canale, pe care trebuie s-o realizeze decodorul trebuie să fie de cel puțin 30 dB la 1 kHz.

Decodoarele stereo se pot clasifica după principiul de funcționare și modul constructiv, în trei categorii:

a) Decodor cu separarea componentelor *M (t)* și *S* (t)* cu detecția anvelopei.

b) Decodor cu separarea directă a semnalelor *A (t)* și *B (t),* cu demodulare prin comutator cu diviziune în timp.

c) Decodor cu separarea directă a semnalelor *A (t)* și *B (t)* cu detecția anvelopei.

Decodorul cu separarea componentelor M (t) și S (t) cu detecția anvelopei,* are schema bloc prezentată în figura 176. Semnalul *M (t)* cu banda 30 . . . 15 000 Hz este separat cu ajutorul filtrului trece jos. Semnalul *S* (t)* cu banda 23 . . . 53 KHz este selectat de filtrul trece bandă corespunzător. Se realizează astfel separarea componentelor semnalului multiplex. Pentru obținerea semnalului dife-

[1] N.T. — Fără a ne îndepărta de principiile de funcționare a decodoarelor prezentate de autor, vom prezenta denumirea acestora, în conformitate cu cea utilizată în lucrarea „Receptorul stereofonic" de D. Suciu, Editura tehnică — 1972, cunoscută cititorului român.

rență S (t) este necesară refacerea subpurtătoarei de 38 kHz (din semnalul pilot de 19 kHz). Semnalul auxiliar S^* (t) se însumează cu subpurtătoarea refăcută, apoi acest semnal se aplică unui detector de anvelopă la ieșirea căruia se obține semnalul diferență S (t). Semnalul principal M (t) și secundar S (t) se aplică unui circuit de matriciere, la ieșirea căruia se obțin semnalele din canalul stîng A (t) și drept B (t). Refacerea subpurtătoarei se face prin dublarea frecvenței pilot de 19 kHz, conținută în semnalul multiplex.

Această categorie de decodoare s-a extins mai mult în Statele Unite și în Japonia. Datorită simplității circuitelor și a condițiilor ușoare impuse pantei filtrelor de separare, acest tip de decodor a fost dezvoltat în mai multe variante, la care în principal s-a urmărit obținerea ameliorării diafoniei între canale. Trebuie menționat că dintre categoriile de decodoare enumerate, acestea prezintă diafonia cea mai mică.

Decodorul cu separare directă a semnalelor A (t) și B (t), cu demodulare prin comutator cu diviziune în timp, are schema bloc prezentată în figura 177. Subpurtătoarea refăcută se aplică împreună cu semnalul multiplex unui comutator cu diviziune în timp. Se obține astfel la ieșirea comutatorului direct semnalele A (t) și B (t). Problema refacerii subpurtătoarei are două soluții.

O soluție constă în sincronizarea unui oscilator pe 38 kHz cu semnalul pilot de 19 kHz. A doua soluție este dublarea semnalului pilot de 19 kHz. Această soluție este simplă și are avantajul unei legături directe între faza pilotului și faza subpurtătoarei refăcute.

Semnalul multiplex — MPX se aplică unui etaj de separare, care pentru pilotul de 19 kHz este amplificator selectiv, iar pentru semnalul multiplex repetor pe emiter. Semnalul pilot de 19 kHz amplificat se aplică dublorului de frecvență, la ieșirea căruia se obține subpurtătoarea de 38 kHz. Subpurtătoarea de 38 kHz repre-

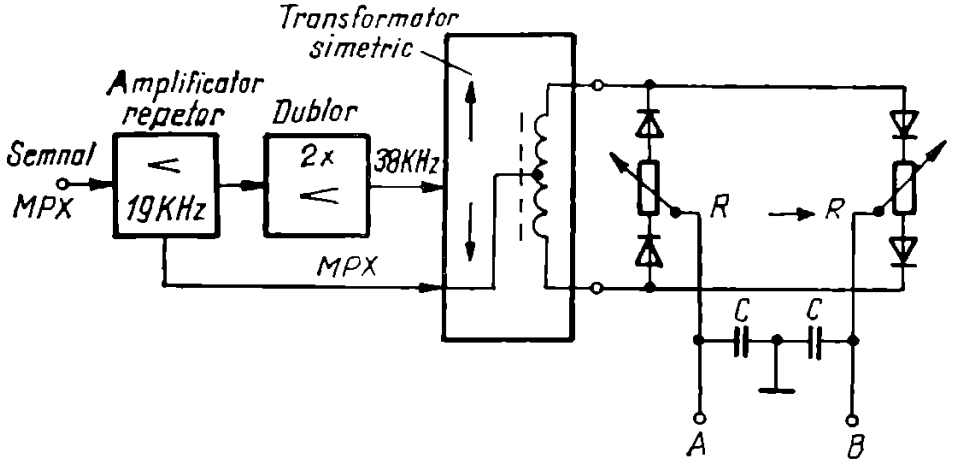


Figura 177 — Schema bloc a decodorului cu separarea directă a semnalelor A (t) și B (t) cu demodulare prin comutator cu diviziune în timp.

zintă semnalul de comutare, care se aplică unui transformator cu priză mediană (simetric). Semnalul multiplex se aplică prizei mediane. La capetele înfășurărilor secundarului transformatorului se conectează un demodulator în inel, a căror două cîte două diode sînt echilibrate cu rezistențele R.

Sub influența semnalului de comutare conduce cînd o ramură a punții cu diode, cînd cealaltă ramură, astfel se separă cele două semnale *A (t)* și *B (t)*. Deoarece puntea cu diode nu poate fi perfect echilibrată, nici în starea de blocare, nici în stare de conducție a diodelor, nu se obține diafonia mai bună de 30 dB. Comutarea mono-stereo se face automat odată cu apariția semnalului pilot.

Decodorul cu separarea directă a semnalelor A (t) și B (t) cu detecția anvelopei are schema bloc prezentată în figura 178. Refacerea purtătoarei de 38 kHz este similară ca la celelalte categorii de decodoare. Semnalul multiplex și subpurtătoarea refăcută se aplică unui etaj de însumare (matrice rezistivă), semnalul obținut se aplică la două detectoare de anvelopă (detectoare de vîrf), la ieșirea cărora apar semnalele *A (t)* și *B (t)*. La ieșirea detectoarelor se conectează și cele două circuite de deaccentuare.

În procesul detectării apar distorsiuni neliniare, precum și un amestec (mixare) a componentelor semnalului util cu semnalul pilot, care duce la interferențe. Acestea sînt principalele dezavantaje ale acestui tip de decodor.

Realizarea circuitelor decodoarelor stereofonice a suferit schimbări importante în ultimii douăzeci de ani — de cînd există transmisiuni stereofonice regulate în Europa și dincolo de ocean. La început s-au utilizat circuite cu tuburi electronice (cu o funcționare labilă), apoi cu circuite discrete cu tranzistoare, ca în ultimii șapte ani să se realizeze circuite integrate specializate. În prezent, majoritatea aparatelor de radiorecepție sînt prevăzute cu decodoare stereo cu circuite integrate.

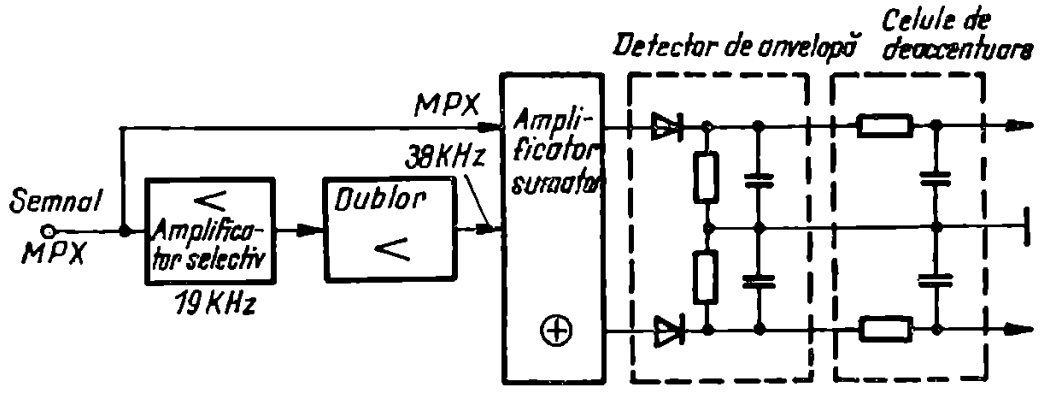


Figura 178 — Schema bloc a decodorului cu separarea directă a semnalelor *A (t)* și *B (t)* cu detecția anvelopei.

În cazul recepționării semnalelor MA, prelucrarea acestora este ceva mai simplă, decît în cazul MF. De la antenă, semnalul este selectat de circuitul de intrare și aplicat etajului schimbător de frecvență MA, care primește în același timp și semnalul produs de către oscilatorul local. Schimbătorul de frecvență sau etajul de amestec, este prevăzut cu elemente neliniare, astfel la ieșirea sa se obțin semnale a căror frecvență este o combinație dintre frecvențele celor două semnale aplicate (semnalul de recepție și semnalul produs de oscilatorul local). Dintre toate combinațiile, cu ajutorul unui filtru de bandă, se alege semnalul a cărui frecvență este egală cu diferența dintre frecvența semnalului elaborat de oscilatorul local și frecvența semnalului recepționat, acesta numindu-se semnal de frecvență intermediară (FI). De regulă, valoarea frecvenței intermediare (MA) este cuprinsă între 455 ... 480 kHz. Acest semnal este amplificat la nivelul corespunzător de către amplificatorul de frecvență intermediară (AFI). Acesta poate fi alcătuit din două sau trei etaje de amplificatoare selective — cu circuite acordate. Semnalul amplificat se aplică demodulatorului MA, care are rolul de a separa semnalul de audiofrecvență — anvelopa de modulație, de semnalul de radiofrecvență (de FI) — purtătoare. Cel mai simplu demodulator MA este detectorul cu diodă.

La ieșirea detectorului se conectează și circuitul indicator optic de acord, precum și circuitul de reglaj (control) automat al amplificării, RAA (CAA). Acest circuit acționează (într-o buclă de reglaj) asupra amplificării etajelor din AFI (MA). Astfel, pentru semnalele de recepție mai slabe amplificarea crește, și invers, pentru cele mai puternice amplificarea scade. Acest circuit diminuează mult efectul fadingului.

În cazul recepționării emisiunilor MF, se pot obține semnale de audiofrecvență cu o bandă de 40 ... 15 000 Hz, cu o abatere de $\pm 1{,}5 \ldots 3$ dB, iar raportul semnal/zgomot ajungînd la 40 ... 45 dB la programele mono și la 45 ... 50 dB la programele stereo. Distorsiunile neliniare, în cazul recepției mono fiind de 2 ... 3% și de 1,5 ... 2% în cazul recepției stereo. Evident, aceste valori sînt optative, cele reale fiind diferite în funcție de tipul și calitatea radioreceptorului.

Banda de frecvențe a semnalelor de audiofrecvență la recepția emisiunilor MA este determinată de două cauze independente. Pe de o parte de mărimea factorului de cuplaj dintre circuitele acordate ale amplificatorului de frecvență intermediară, pe de altă parte de selectivitatea ce dorim s-o obținem. Avîndu-se în vedere că între frecvențele nominale a două stații de emisie MA alăturate există o diferență (un ecart) de cca 9 kHz, în timpul recepției perturbația (de diafonie) între cele două stații poate fi mai mică sau mai mare, în funcție de puterile de emisie sau depărtarea acestora, față de

locul de recepție. Ameliorarea perturbațiilor de diafonie dintre emisiunile stațiilor adiacente se poate face prin mărirea selectivității etajelor amplificatorului de FI. Adică, prin realizarea, între circuitele acordate, a unui cuplaj ceva mai strîns. În radioreceptoarele moderne se obține o selectivitate ridicată prin utilizarea filtrelor piezoceramice. Un cuplaj ceva mai strîns determină o neuniformitate mai mare în banda de trecere. Din acest motiv, în radioreceptoarele de calitate ridicată (Hi-Fi) se utilizează reglajul manual al selectivității amplificatorului de frecvență intermediară. De la posturile locale cu putere mare, unde nu este critică selectivitatea radioreceptorului, se pot recepționa programe cu bandă mai largă.

După cele prezentate, în cazul recepției emisiunilor MA, cu un aparat de recepție de calitate, se poate obține o bandă de frecvențe de cca 40 ... 4 500 Hz, cu o abatere de ± 1 dB, un raport semnal/zgomot de 30 ... 35 dB. Dinamica transmisiei putînd fi de cca 30 dB, iar distorsiunile neliniare mai mici de 5%.

- **Etajele amplificatoare de audiofrecvență**

Schemele etajelor amplificatoare de audiofrecvență, din radioreceptoarele de înaltă calitate (Hi-Fi) sînt asemănătoare cu cele prezentate în capitolul 1.2.

Cu privire la realizarea radioreceptoarelor trebuie să facem distincția între un aparat sistem tuner și un aparat de recepție cu amplificator de audiofrecvență complet. Deosebirea esențială constă în faptul că tunerul este prevăzut numai cu amplificator de tensiune, care are rolul de a amplifica semnalul de la ieșirea din demodulator, sau din decodorul stereo, la un nivel suficient, pentru a putea fi utilizat la înregistrări pe bandă sau a fi aplicat amplificatoarelor de putere. Unele tipuri de tunere sînt prevăzute cu borne de ieșire pentru cască.

Radioreceptoarele cu lanț amplificator de audiofrecvență complet, adică care sînt prevăzute și cu etaje finale de putere medie sau putere mare, conțin următoarele etaje:

— Preamplificator cu comutator mono-stereo
— Amplificator de tensiune cu corector de ton și reglajul balansului
— Etajul de atac
— Etajul final de putere

În radioreceptoarele de înaltă calitate se prevăd și preamplificatoare pentru picupuri cu doze magnetice. La aparatele de calitate medie sau mediocră se pot conecta direct numai picupuri cu doze ceramice și cu cristal, cele cu doze magnetice se pot conecta prin preamplificator la mufa de radio.

Aparatele de radiorecepție stereo Hi-Fi sînt prevăzute cu mufe (borne) de intrare-ieșire pentru a putea extrage sau introduce sem-

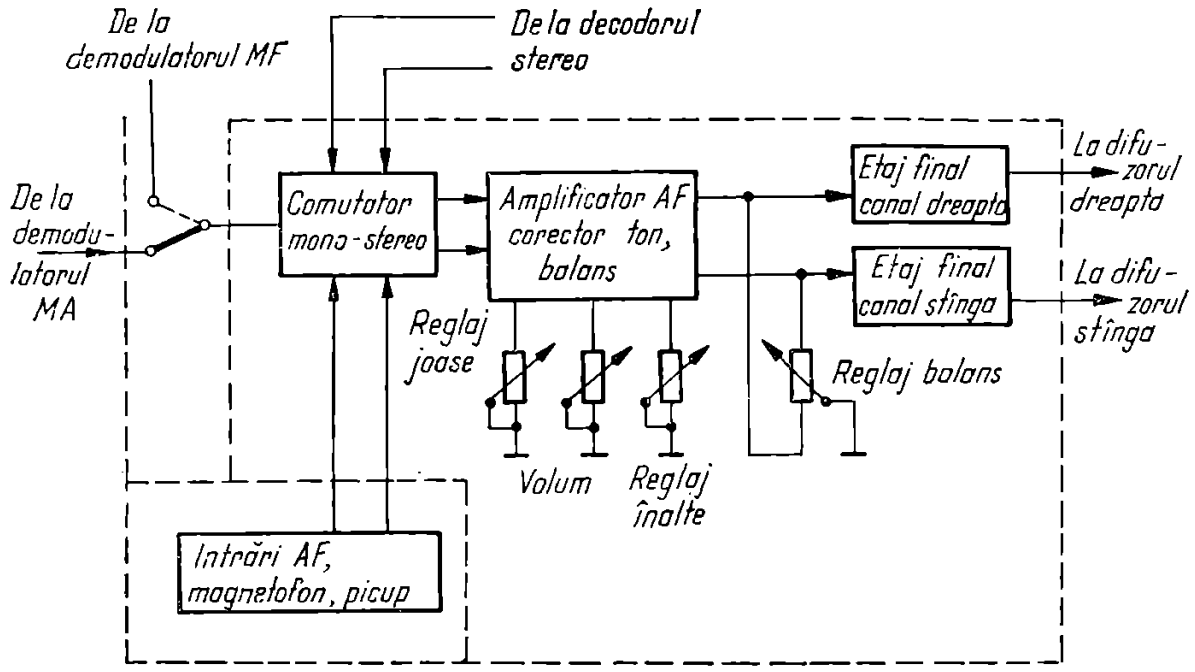


Figura 179 — Schema bloc a lanțului de audiofrecvență, din radioreceptoarele stereo de calitate medie.

nalele de audiofrecvență. Acestea, în cazul aparatelor de înaltă calitate sînt:

— mufa de intrare pentru picupul cu doză magnetică
— mufa de intrare pentru picupuri cu doză ceramică sau cu cristal
— mufa pentru intrare/ieșire magnetofon
— mufa de ieșire pentru cască (cu contacte de decuplare a difuzoarelor)
— mufele de ieșire pentru difuzoare, cîte una sau două pe fiecare canal

Aparatele de calitate medie au:

— mufa de intrare pentru picupuri cu doză ceramică sau cu cristal
— mufa de intrare/ieșire magnetofon
— mufa de ieșire pentru cască (cu contacte de decuplare a difuzoarelor)
— cîte o mufă de ieșire pentru fiecare canal

Radioreceptoarele care sînt prevăzute cu preamplificatoare pentru doze magnetice au mufa de magnetofon astfel conectată, încît se pot realiza direct înregistrări de pe discuri (prin preamplificator). Inserția, respectiv extragerea semnalelor la mufa de magnetofon se face prin conectarea acesteia înaintea amplificatorului de tensiune, adică la ieșirea decodorului stereo (sau la ieșirea detectorului AM). Astfel, elementele de reglaj din radioreceptor: volumul, tonurile

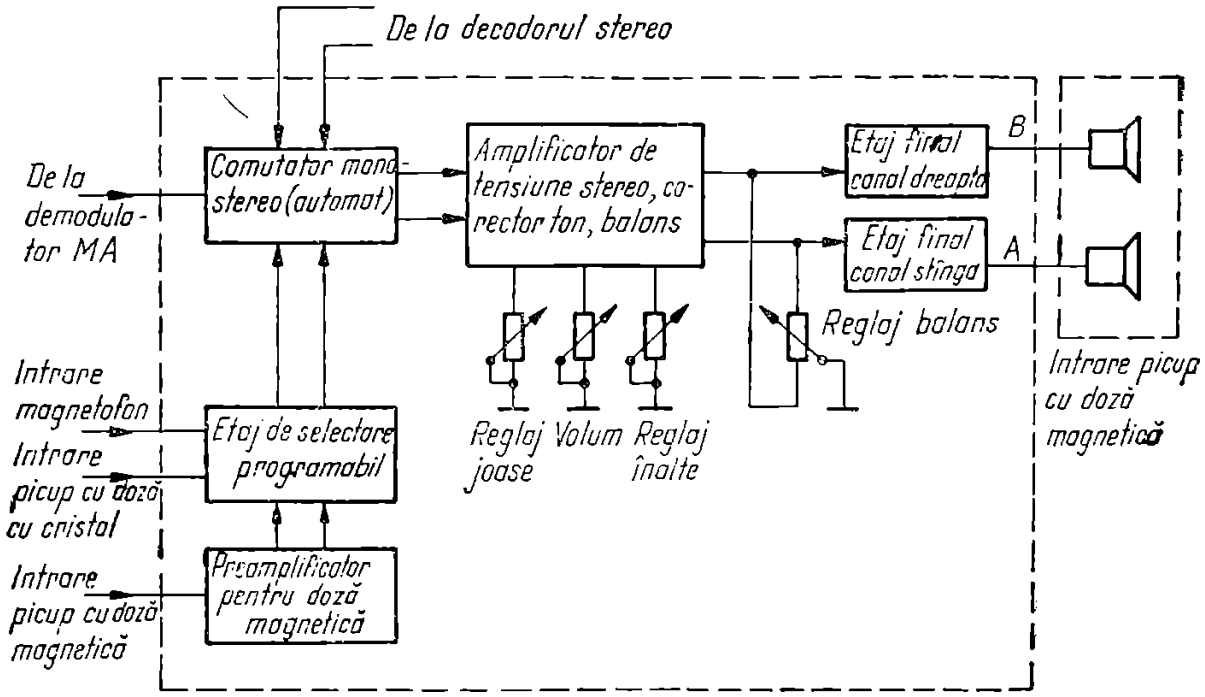


Figura 180 — Schema bloc a lanțului de audiofrecvență, din radioreceptoarele stereo de înaltă calitate.

înalte, joase și balansul nu au nici o influență asupra calității semnalului ce urmează a fi imprimat cu magnetofonul. De asemenea, se poate efectua înregistrarea prin micșorarea (totală) a reglajului volumului la receptor.

- **Alimentatorul**

Radioreceptoarele de înaltă calitate, care se folosesc în tehnica amatorilor, sînt alimentate de la rețea. În alimentator se obține din tensiunea rețelei de 220 V (curent alternativ) prin transformare, redresare, filtrare și stabilizare, toate tensiunile necesare alimentării etajelor din radioreceptor (curent continuu).

Alimentatorul din aparatele moderne cu etaje tranzistorizate sau cu circuite integrate, conține un transformator care separă galvanic rețeaua de restul aparatului; în secundarul acestuia se află una sau mai multe înfășurări cu tensiunile alternative necesare. Aceste tensiuni sînt redresate cu ajutorul diodelor semiconductoare, filtrate și stabilizate, fie cu diode Zener, fie cu ajutorul montajelor stabilizatoare electronice (tranzistorizate sau integrate).

În figura 181 se prezintă schema unui alimentator dintr-un radioreceptor stereo de calitate medie, care realizează următoarele tensiuni:

—6,4 V și 8,4 V pentru etajele MF
—22 V, tensiunea de polarizare (reglaj) a diodelor varicap din blocul UUS-MF
—16 V pentru etajele MA

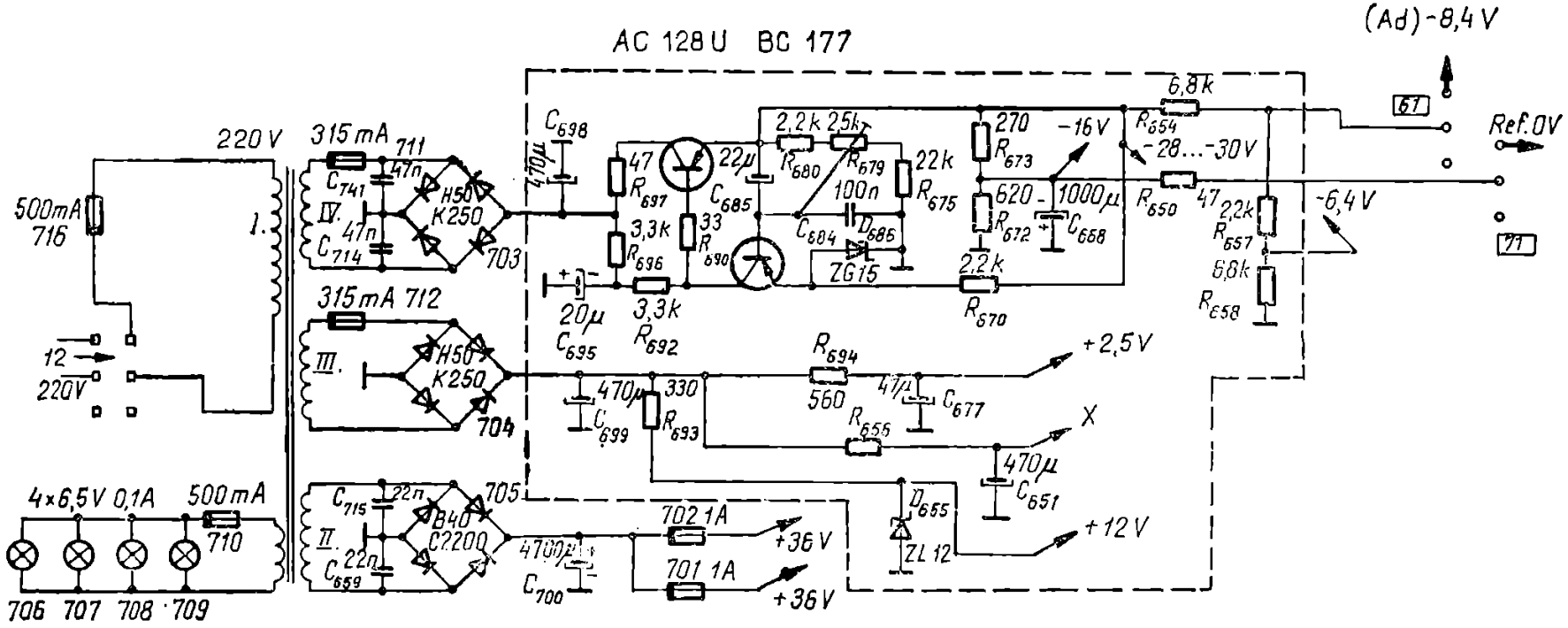


Figura 181 — Schema de principiu a unei unităţi de alimentare a unui radioreceptor Hi-Fi, stereo.

+12 V pentru decodorul stereo
+25 V pentru amplificatorul de tensiune de audiofrecvență
+36 V pentru amplificatorul final de putere
6,5 V alternativ pentru alimentarea becurilor ce ilumineză scala.

Pentru alimentarea preamplificatorului dozelor magnetice, se utilizează de obicei, mici alimentatoare separate, care pot debita o tensiune de 8 . . . 12 V, foarte bine filtrată.

2.2.4. TIPURI DE RADIORECEPTOARE

Radioreceptoarele, care sînt utilizate în tehnica sunetului, au rolul de a realiza, în condiții calitative cît mai apropiate de cele Hi-Fi, o audiție la un nivel sonor corespunzător, sau să constituie sursă de program pentru înregistrările pe bandă magnetică. Îndeplinirea acestor condiții calitative — despre care am atras atenția la începutul capitolului — va determina selectarea radioreceptoarelor în folosibile și nefolosibile în tehnica sunetului.

În această împărțire din punct de vedere calitativ, un rol hotărîtor îl are posibilitatea radioreceptorului de a recepționa numai programe cu MA, sau numai cu MF, sau ambele.

- **Radioreceptoare MA**

În prezent nu se mai produc radioreceptoare destinate recepției exclusive a gamelor MA (UL, UM și US).

Cu toate acestea este necesar să se prezinte și aceste tipuri de aparate, deoarece, pe de o parte mai sînt încă folosite foarte multe aparate de acest fel, iar pe de altă parte, pentru a face cunoscute amatorilor o serie de cunoștințe tehnice în legătură cu aceste aparate.

Există tipuri mai vechi, echipate cu tuburi electronice, care pot recepționa numai programe MA, care însă fac posibilă o recepție de foarte bună calitate (ce poate fi oferită de sistemul MA). Aceste aparate, în ce privește distorsiunile neliniare, banda semnalelor de audiofrecvență și selectivitatea, pot concura cu performanțele radioreceptoarelor moderne combinate MA — MF.

Dezavantajul esențial al acestor tipuri de aparate cu tuburi electronice este consumul mare de energie electrică și nivelul relativ ridicat de zgomot. Este răspîndit, și arhicunoscut, receptorul cu amplificare directă (liniar), care are avantajul celei mai largi benzi audio recepționate, și un raport semnal/zgomot foarte bun. Datorită acestor avantaje, acest tip de receptor — urmașul vechiului radio cu detecție — ar putea fi utilizat, cu rezultate satisfăcătoare, pentru înregistrări pe banda magnetică.

Însă, asemenea radioreceptoare nu se produc în fabrici și nici nu se găsesc în comerț. Motivul esențial fiind acela că funcționarea

acestui tip de aparat este strîns dependentă de intensitatea cîmpului radioelectric recepționat. O calitate bună se obține la recepționarea posturilor locale și a celor puternice pe o rază de 10 . . . 15 km. Dezavantajul major al acestui tip de aparat este însă selectivitatea scăzută, astfel există posibilitatea apariției perturbațiilor din canalele adiacente, sub formă de diafonie și fluierături (de interferență).

- **Radioreceptoare MF**

Aceste tipuri de aparate sînt utilizate pretutindeni în practica transmisiunilor Hi-Fi, și cele mai preferate în rîndul amatorilor. În țările anglo-saxone se numesc: tunere MF (FM-tuner). Așa cum am mai arătat, tunerele MF au o caracteristică generală, aceia că nu conțin amplificatoare de putere.

Utilizarea acestui tip de aparat este justificată de faptul că sistemul de modulație MF, conferă o înaltă fidelitate a programelor transmise, sistem ce poate fi realizat în banda UUS. În acest domeniu se fac transmisiunile stereofonice, dar și cele monofonice de înaltă calitate.

În figura 182 se prezintă forma constructivă și organele de reglare a unui tuner stereo MF de fabricație Yamaha, tip CT-7000. Este destinat recepționării benzii UUS — 88 . . . 108 MHz, norma CCIR. Schema electrică conține 108 bucăți tranzistoare, 12 bucăți tranzistoare cu efect de cîmp (TEC), 33 diode cu siliciu, 9 diode Zener și 7 bucăți circuite integrate (CI).

Acordul se realizează continuu, posturile pot fi alese pe o scală cu ajutorul unui indicator. Acordul corect pe frecvența de recepție este ușurat de existența a două instrumente. Unul, indică intensitatea semnalului de recepție, iar celălalt indică simetria canalelor stereo recepționate. O serie de circuite și reglaje automate facilitează acordul corect și obținerea unei foarte bune fidelități. Dintre acestea amintim: 4 bucăți filtre ceramice pe frecvența intermediară, circuit de reglaj automat al frecvenței (CAF sau AFC), decodor stereo.

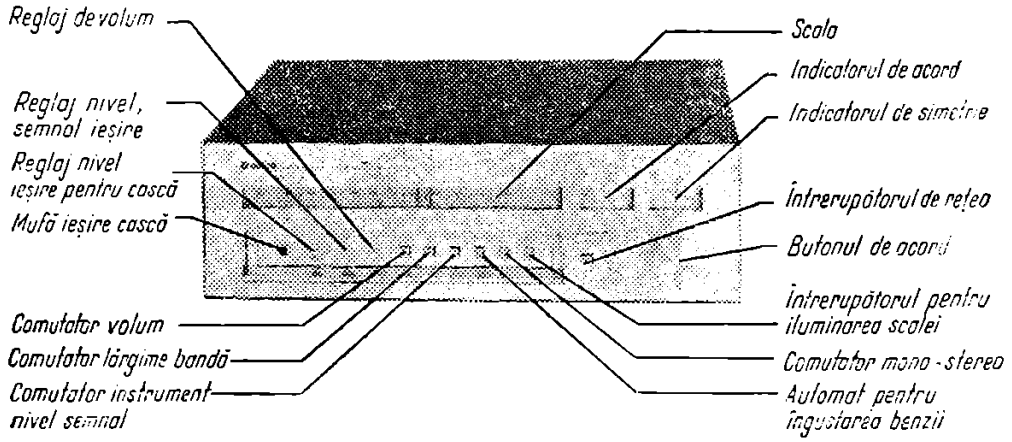


Figura 182 — Imaginea tunerului MF stereo de fabricație Yamaha și elementele de reglaj și acționare.

Cu semnalul din etajul de ieşire al amplificatorului de tensiune, se poate ataca amplificatorul de putere, se pot efectua înregistrări pe magnetofon şi se poate asculta la cască.

Între receptoarele MF, există tipuri care au posibilitatea recepţionării semnalelor în ambele norme: OIRT şi CCIR.

În cazul aparatelor de recepţie cu amplificatoare finale — radioreceptoarele independente — utilizarea benzii UUS are ca rezultat o audiţie de înaltă calitate şi fidelitate.

- **Radioreceptoare pentru MA şi MF**

Extinderea posibilităţii recepţionării semnalelor MA şi MF, implică realizarea de radioreceptoare combinate MA-MF.

Astfel, există atît tunere MF prevăzute şi cu circuite pentru recepţia MA, cît şi aparate complete (cu etaje de putere), care pot recepţiona semnale MA şi MF.

Majoritatea tunerelor MF fabricate în prezent sînt prevăzute cu posibilitatea de a recepţiona gama de unde medii — semnale MA. Aceasta implică echiparea tunerului cu circuite separate de radiofrecvenţă MA. Un exemplu tipic pentru un asemenea tip de receptor MA-MF este aparatul TX-6200, fabricat de firma Pioneer, care este prezentat în fig. 183.

Acest aparat, în afara benzii 88 ... 108 MHz — UUS norma CCIR, poate efectua recepţionarea semnalelor MA în banda 550 ... 1 600 kHz, a undelor medii. Alegerea posturilor se face prin acord continuu. Acordul corect este indicat cu ajutorul unui instrument electromagnetic (S-metru). Aparatul are numai ieşirea de semnal, nu este prevăzut deci cu mufe pentru cască.

Aparatul tip TX-7100, fabricat tot de firma Pioneer (figura 184) aparţine unei trepte calitativ superioare. Gamele recepţionate sînt aceleaşi ca la aparatul prezentat mai sus, însă sînt prevăzute în plus unele utilităţi. În afara indicatorului de acord, există şi indi-

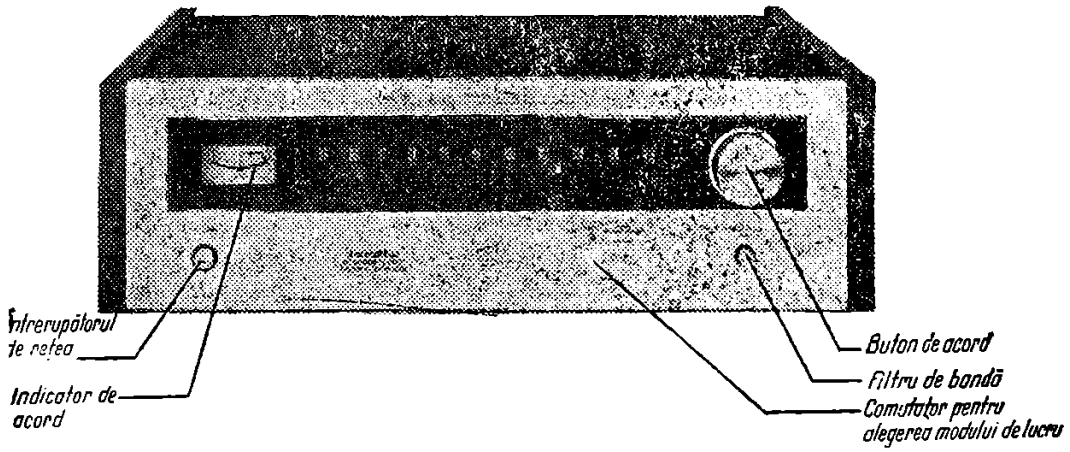


Figura 183 — Radioreceptorul Pioneer TX-6200 şi elementele de reglaj şi acţionare.

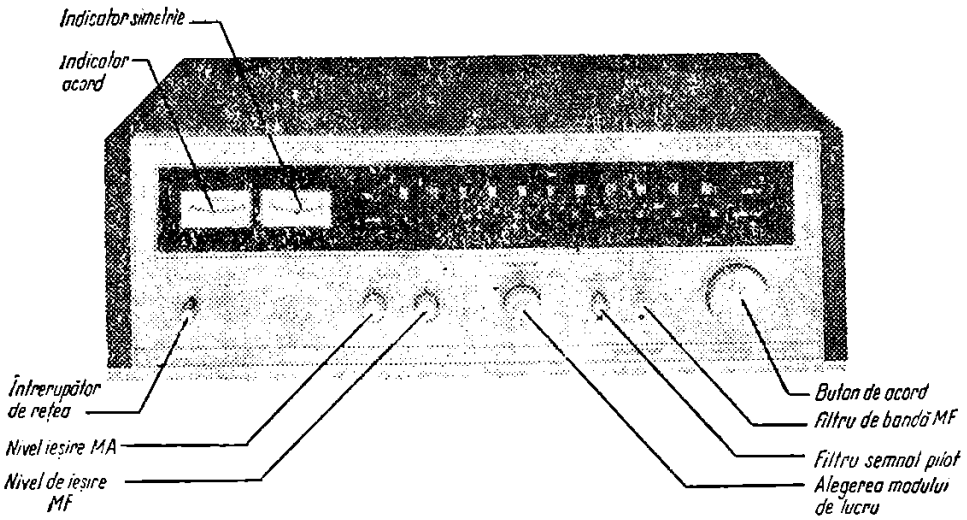


Figura 184 — Elementele de reglaj și acționare ale aparatului Pioneer TX-7100.

cator de simetrie a canalelor stereo. În afara comutatorului de alegere a gamei de recepție, există prevăzută posibilitatea de a se conecta (deconecta) filtrul pe frecvența pilotului (19 kHz) și filtrul de zgomot (pentru semnalul multiplex). Nivelul de ieșire se poate regla cu două potențiometre de la 2×70 mV pînă la 2 V.

Aparatele de radiorecepție, din categoria celor combinate MA-MF complete, sînt pretutindeni mult mai răspîndite decît tunerele. Varietatea utilităților și reglajelor, cu care sînt prevăzute aceste aparate, depinde de tipul și fabrica producătoare.

Radioreceptoarele cu circuite de radiofrecvență ceva mai simple au posibilitatea recepționării în gama UUS-MF și UM-MA și sînt prevăzute cu acord continuu. În figura 185 se prezintă un asemenea radioreceptor de tip Yamaha, aparat stereo Hi-Fi dotat cu o serie de reglaje și utilități, care au rolul de a asigura o audiție de înaltă calitate. Acordul precis pe frecvența posturilor din gama undelor medii este ușurat cu indicatorul de acord, iar în banda UUS și cu indicatorul de simetrie a canalelor. În cazul recepționării semnalelor stereo, un LED* roșu indică funcționarea decodorului stereo. Amplificatorul de audiofrecvență stereo este prevăzut cu preamplificatoare de microfon și picup cu doză magnetică, care se pot conecta și la mufa pentru înregistrare pe bandă magnetică. De asemenea, există posibilitatea înregistrării cu magnetofonul a programelor radio și a celor provenite de la aparatele ce sînt conectate la intrarea preamplificatoarelor (picup, microfon etc.). Etajul final poate debita pe o sarcină de 4 Ω o putere de 2×20 W sinusoidal, respectiv 2×38 W muzical. La intrarea amplificatorului de tensiune există un comutator așa-numit de „monitor", cu ajutorul căruia se face

N.T.* LED — Light Emitting Diode — Diodă foto emisivă.

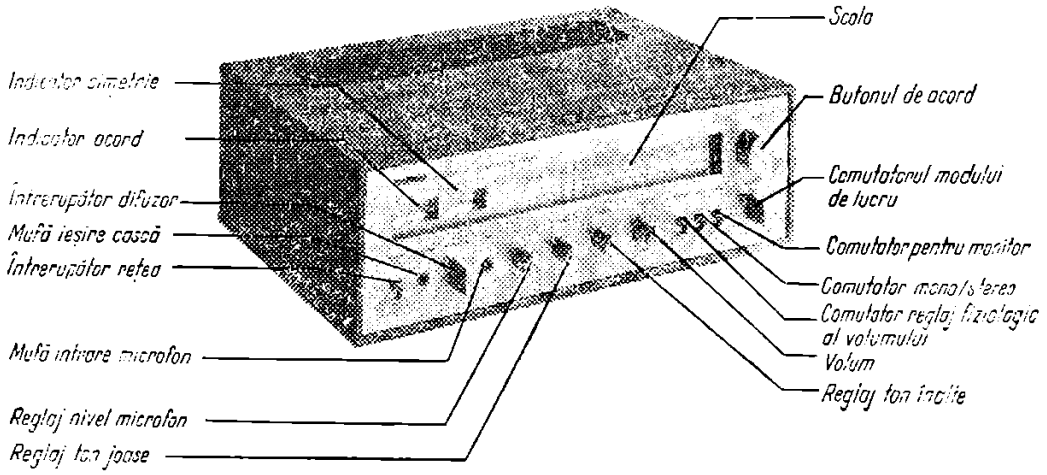


Figura 185 — Aparatul de radiorecepție de fabricație Yamaha tip CR-400 și elementele sale de reglaj și acționare.

posibilă conectarea ieșirii preamplificatorului de redare din magnetofon (prin cablu adecvat) la această intrare. Astfel, în cazul magnetofoanelor, cu capete de înregistrare și redare separate, se poate supraveghea prin ascultare calitatea semnalelor în timpul înregistrării acestora pe banda magnetică.

Numeroase tipuri de radioreceptoare, cu performanțe ridicate Hi-Fi, sînt prevăzute cu posturi programabile în gama UUS. Un exemplu de acest tip îl prezentăm (figura 186) cu aparatul Prometheus — RA 5350 S, fabricat de Videoton (R.P.U.).

Etajele de radiofrecvență permit recepționarea semnalelor din gama UUS, atît în norma CCIR (88 . . . 108 MHz), cît și în norma OIRT (65 . . . 74 MHz), la alegere, precum și a celor din gamele AM, pe unde medii și unde scurte. În gama UUS se pot programa cinci

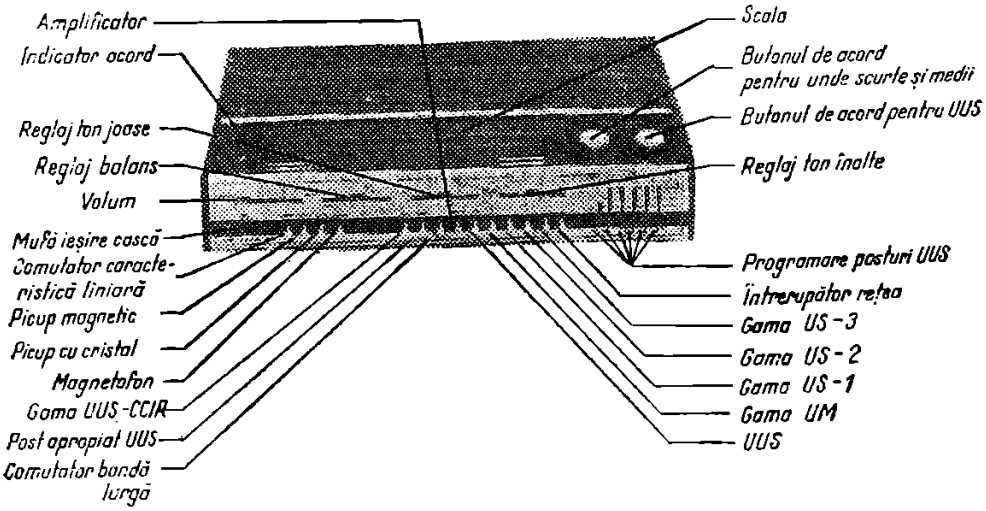


Figura 186 — Aparatul de radiorecepție de fabricație Videoton tip RA 5350 S și elementele sale de reglaj și acționare.

posturi. Prin apăsarea uneia dintre cele cinci taste se poate acorda cîte un post pentru fiecare dintre acestea (similar ca la tastele televizoarelor moderne).

La ansamblul amplificator de audiofrecvență se poate conecta picup cu doză magnetică, cu doză ceramică, magnetofon, care sînt programate cu ajutorul unor comutatoare (taste).

De asemenea se poate alege un mod de funcționare fără corecții de frecvență (de ton) prin poziția „LINEAR" a aceluiași comutator.

2.2.5. ÎNTREȚINEREA ȘI EXPLOATAREA RADIORECEPTOARELOR

Din cele descrise pînă aici, credem că cititorul și-a format părerea că numai radioreceptoarele de înaltă calitate pot fi folosite în tehnica sunetului. Aceste aparate sînt însă foarte scumpe, iar acest argument va influența exploatarea (manipularea) și întreținerea acestora.

Întreținerea și exploatarea radioreceptoarelor nu necesită cunoștințe tehnice speciale. Pentru funcționarea corespunzătoare a aparatului, este suficient ca acesta să fie așezat într-un loc cu accesibilitate corespunzătoare, ștecherul cordonului de alimentare să fie introdus într-o priză cu piesele de contact în stare bună și să utilizăm cable și mufe de interconectare între aparate (magnetofon, picup etc.) de bună calitate. De asemenea, cablurile antenelor se vor conecta cu mufe corespunzătoare la bornele de antenă MA și MF.

O problemă mai delicată este conectarea corectă a difuzoarelor. În primul rînd, este absolut interzisă scurtcircuitarea bornelor de ieșire (de difuzor). Această condiție este recomandabilă și în cazul etajelor finale speciale, prevăzute cu circuite de protecție. Astfel, este obligatorie utilizarea de mufe corespunzătoare, iar difuzoarele să fie montate în incinte — boxe — acustice. Apoi, nu este indiferent ce lungime de cablu utilizăm pentru conectarea difuzoarelor.

În majoritatea cazurilor cablele existente în comerț (de cca 3 m) nu au lungimea suficientă. Nu este admisă înnădirea a două sau mai multe cable, deoarece există riscul să se producă, la locul înnădirii, fie un scurtcircuit, fie o inversare între firele perechii, apărînd astfel schimbări de polaritate. Aceste schimbări de polaritate duc la modificarea nedorită a fazei după canalul stereo respectiv. În cazul necesității unor cable pentru difuzoare, mai lungi, este util ca acestea să fie realizate, ținîndu-se seama de următoarele recomandări:

a) Conductorul cablului ce urmează a fi folosit trebuie să aibă secțiunea egală (sau chiar mai mare) cu aceia a conductorului cablului original de difuzor.

b) Se vor utiliza numai conectori (mufe) normalizate, corespunzătoare aparatului respectiv, conexiunile se vor face prin cositorire, respectîndu-se polaritatea capetelor firelor.

c) Pentru cele două canale stereo, se vor confecționa două cable de difuzor cu lungimi egale, chiar dacă distanța la unul dintre difuzoare este mai mică. Aceasta este necesar pentru păstrarea simetriei electrice a celor două canale.

Chiar după un timp mai lung de utilizare, întreținerea radioreceptorului nu este o problemă deosebită. Este de la sine înțeles că este necesară curățirea periodică de praf, schimbarea, cînd este cazul, a beculețelor de scală.

ATENȚIE! este interzisă curățirea carcasei aparatelor sau a unor subansamble, cu diferiți solvenți (acetonă, tiner, toluen etc.).

În cazul apariției unor defecțiuni la aparatele de înaltă performanță, scumpe, este recomandabil ca reparațiile să fie efectuate de personal calificat. În caz contrar este posibil ca defecțiunea să se extindă, să ia amploare.

2.3. MAGNETOFONUL

Magnetofonul este un aparat destinat înregistrării și redării sunetului pe bandă magnetică. Deoarece cu magnetofonul se pot reproduce atît programele dinainte înregistrate pe bandă, cît și elabora noi programe, prin înregistrare, acest aparat constituie cel mai important mijloc electroacustic folosit în practica amatorilor. Magnetofoanele se utilizează cu foarte bune rezultate și în tehnica profesională a studiourilor de radio, televiziune, cinematografie etc. Astfel, de la început le putem împărți în două mari categorii: magnetofoane profesionale și magnetofoane de amatori.

Dispersia performanțelor tehnico-calitative la magnetofoanele de amatori este mult mai mare decît la magnetofoanele profesionale, care sînt supuse unor norme calitative riguroase. Din acest motiv este deosebit de important ca să știm în ce scop vom utiliza și ce condiții calitative ne oferă diferitele tipuri de magnetofoane.

În practica electroacusticii mondiale, și-au făcut apariția o serie numeroasă de îmbunătățiri, de noi tehnologii, de noi soluții și sisteme, care au fost aplicate pe scară largă, deci și magnetofoanelor de amatori. Toate acestea au determinat ridicarea nivelului calitativ la foarte multe tipuri și categorii de magnetofoane. Au fost și sînt fabricate noi tipuri și categorii de magnetofoane în cadrul unor norme și standarde internațional acceptate.

Diferitele sisteme și tipuri de magnetofoane se pot clasifica după următoarele criterii:

— după modul de înfășurare al benzii

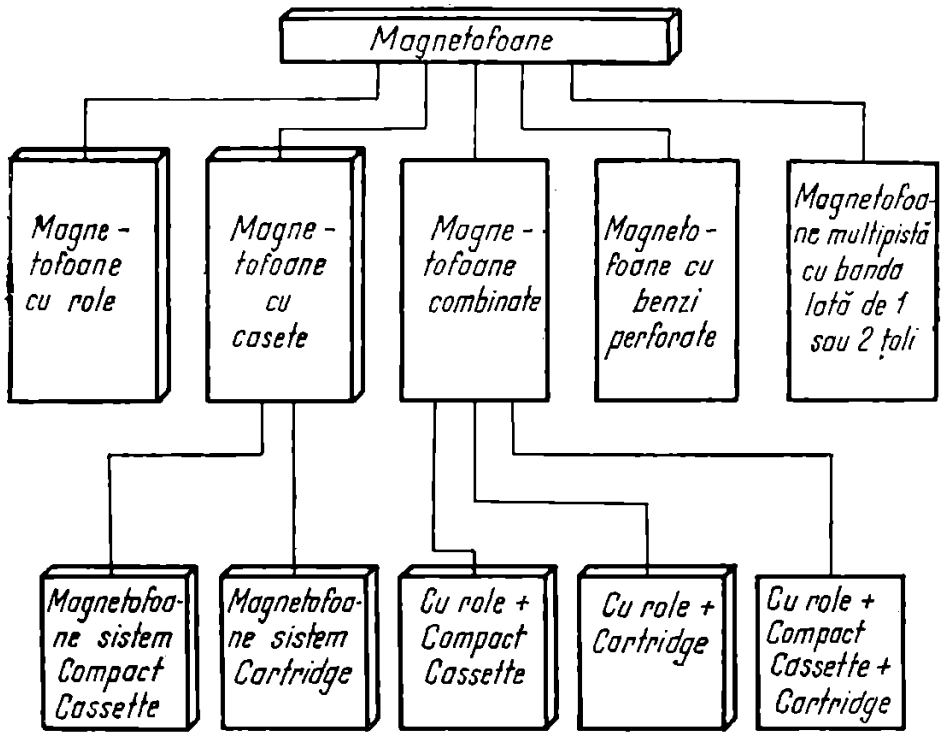


Figura 187 — Clasificarea magnetofoanelor după modul de înfășurare al benzii.

— după felul alimentării și sistemul de organizare al pistelor
— după destinație
— după caracteristicile calitative.

O clasificare simplă — ce nu este legată de prevederile normelor internaționale — se poate face după modul de înfășurare al benzii (figura 187). Sistemele de înfășurare utilizate în prezent sînt răspîndite pe tot globul, dar sînt mai mult sau mai puțin practicate, din anumite considerente economice.

2.3.1. NORME ȘI RECOMANDĂRI INTERNAȚIONALE

Sînt numeroase ocaziile cînd programele sonore înregistrate pe bandă de anumite tipuri de magnetofoane sînt redate cu alte tipuri de magnetofoane. Aceasta este posibil datorită uniformizării pe plan internațional al unor caracteristici mecanice și electrice ale magnetofoanelor și a benzilor magnetice. Există norme și recomandări elaborate de organizații internaționale (OIRT, CCIR, NARTB, IEC). Normalizările se referă atît la caracteristicile mecanice, cum ar fi: viteza de antrenare, sensul de bobinare, forța ce se exercită asupra benzii, poziția și dimensiunile pistelor înregistrate și a benzii magnetice; cît și la caracteristicile electrice (despre care am amintit succint în paragraful 1.2.4).

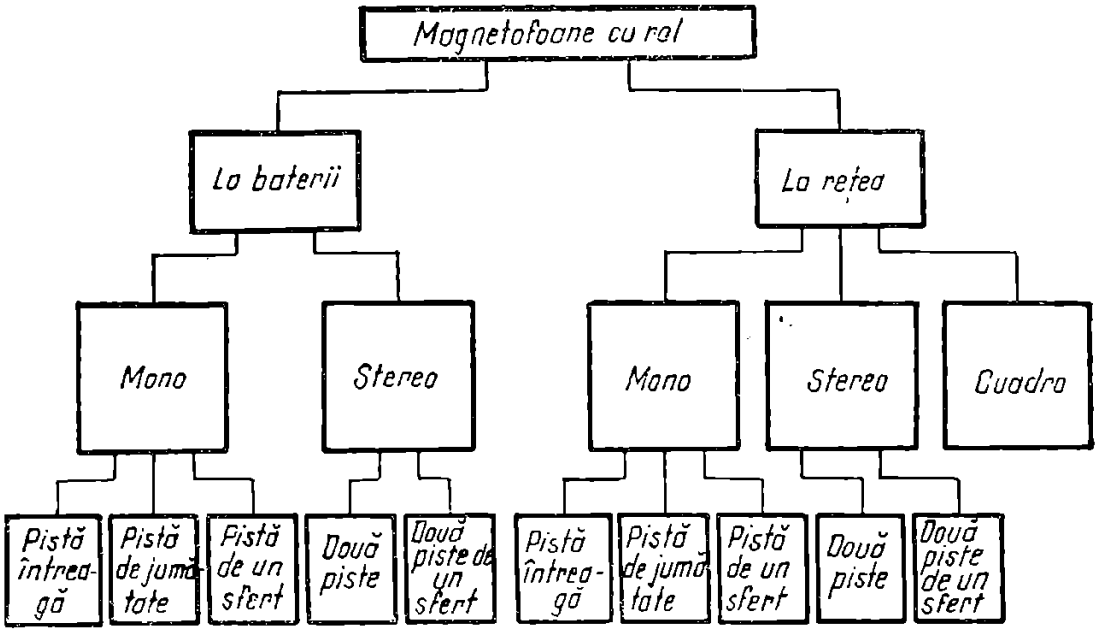


Figura 188 — Clasificarea magnetcfoanelor cu role după felul alimentării, numărul canalelor și sistemul de organizare al pistelor.

În prezent, în tehnica sunetului de amatori se utilizează două categorii de bază de magnetofoane. Din prima categorie fac parte magnetofoanele cu role, iar a doua categorie este aceia a magnetofoanelor cu casete. În cadrul fiecărei categorii există o varietate mare de tipuri constructive. O împărțire simplă se face după felul alimentării cu energie electrică.

În figura 188 se prezintă un tablou cu împărțirea magnetofoanelor cu role, avînd criteriu alimentarea acestora. Împărțirea după criteriu de bază este urmată de clasificarea după numărul de canale; apoi de cea după numărul pistelor înregistrate (redate).

Magnetofoanele cu casetă sau casetofoanele nu se mai pot împărți direct după asemenea criterii. Mai întîi, cele utilizate în prezent se împart după sistemul de înfășurare a benzii, în trei grupe principale:

a) sistemul Compact Cassette
b) sistemul Cartridge
c) sistemul ELCASET

Dacă urmăm împărțirea după criteriul alimentării, atunci pentru casetofoanele Compact Cassette obținem tabloul din figura 189. Aparatele alimentate la baterii se împart în portabile și mobile (automobil), cele alimentate la rețea se împart în aparate fără amplificator de putere și în cele cu amplificator de putere încorporat. Criteriul următor este al modului de lucru respectiv numărul de piste utilizate (mono-stereo). La aparatele alimentate din baterii mai există subgrupa radiocasetofoanelor.

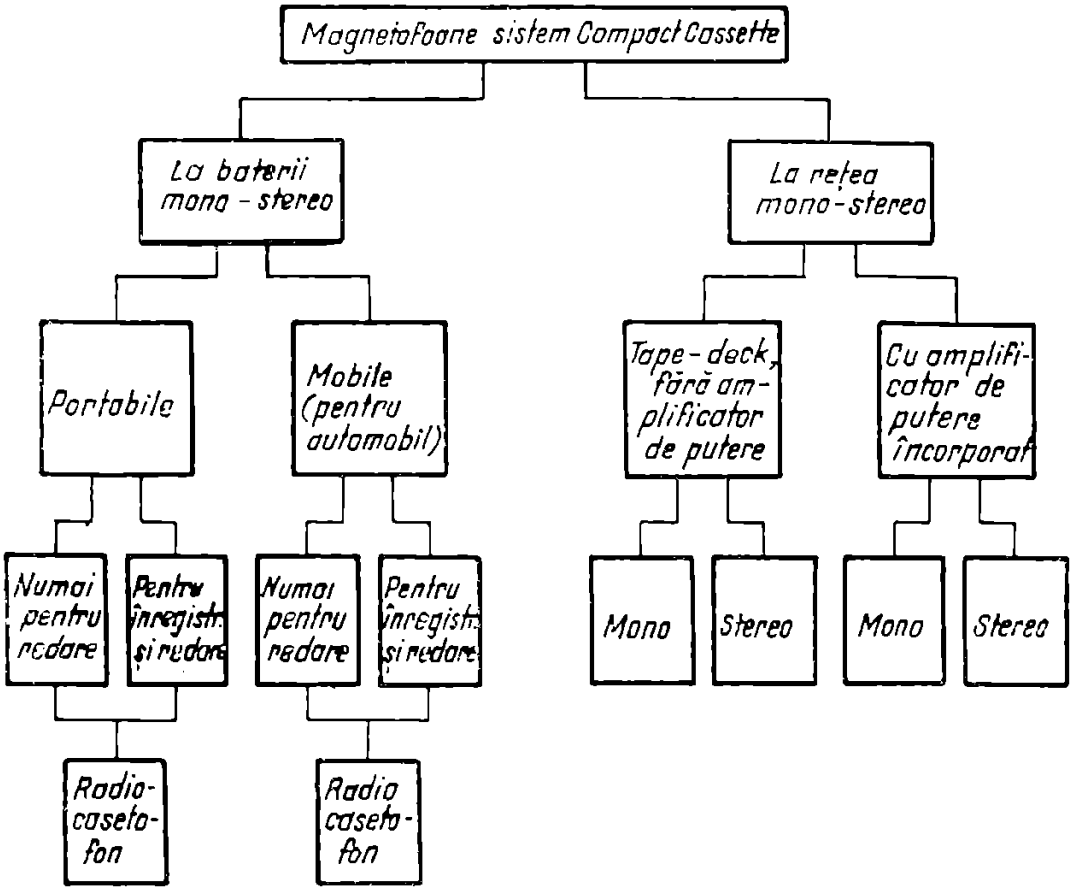


Figura 189 — Clasificarea magnetofoanelor sistem Compact Cassette, după felul alimentării.

Grupa casetofoanelor Cartridge se împarte așa cum este prezentat în tabloul din figura 190. Datorită posibilităților de utilizare mai restrînse, numărul subgrupelor este mai mic. De asemenea, grupa casetofoanelor ELCASET, în prezent este mai puțin extinsă, astfel o împărțire în subgrupe nu este posibilă.

După destinație, magnetofoanele se pot împărți:

— Magnetofoane pentru scopuri industriale
— Magnetofoane de studio
— Magnetofoane Hi-Fi
— Magnetofoane de uz comun
— Magnetofoane pentru birouri — dictafoane

În tehnica amatorilor sînt utilizate magnetofoane Hi-Fi și cele de uz comun. În prezent se fabrică o mare varietate de tipuri de magnetofoane și de casetofoane, care satisfac cele mai exigente pretenții calitative, destinate utilizărilor domestice, prevăzute cu o serie de utilități și posibilități de realizare a unor efecte sonore speciale (ecou, trucaje etc.). De asemenea, multe tipuri se pretează la sonorizarea și sincronizarea filmelor de amatori, precum și la teleco-

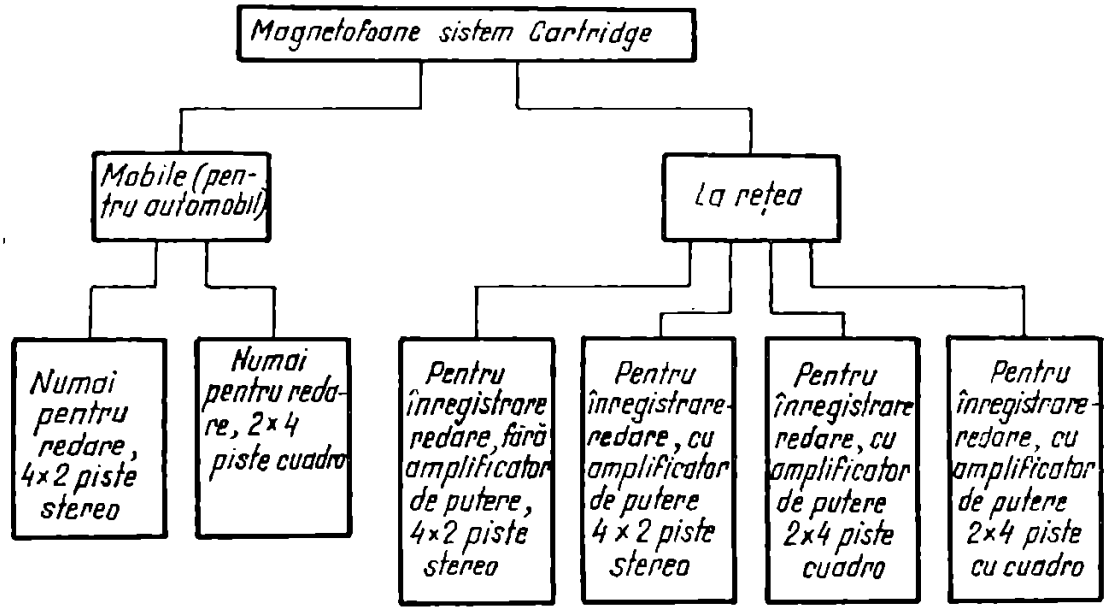


Figura 190 — Clasificarea magnetofoanelor sistem Cartridge, după felul alimentării.

manda automată a diaproiectoarelor. Uneori, aceste tipuri de magnetofoane se numesc semi-profesionale.

Magnetofoanele de uz comun, mult mai răspîndite, sînt destinate mai degrabă marelui public. Nivelul calitativ al programelor sonore înregistrate sau redate este mediu.

O reglementare internațională unanim aplicată se referă la sistemul de organizare al pistelor pe purtătorul de sunet (pe banda magnetică). Se pot efectua astfel schimburile internaționale de programe înregistrate pe banda magnetică. În figura 191 prezentăm pe scurt modul de distribuire a pistelor de înregistrare și de redare pe bandă. Se tratează aici numai sistemele utilizate la magnetofoanele cu role și la cele Compact Cassette, deoarece acestea sînt cel mai mult folosite în țara noastră.

2.3.2. CARACTERISTICI CALITATIVE

O clasificare a magnetofoanelor, se poate face și după criteriul caracteristicilor tehnico-calitative ale acestora. Practic, o asemenea clasificare, bazată pe performanțele și caracteristicile calitative diferitelor tipuri de aparate, este cea mai obiectivă.

Astfel, după acest criteriu de clasificare, avem:

— Magnetofoane de studio — (profesionale)
— Magnetofoane de calitate Hi-Fi — (semiprofesionale)
— Magnetofoane de uz comun

— Magnetofoane destinate înregistrării-redării mesajelor vorbite.

Reglementări și norme internaționale prevăd baremuri ale indicilor calitativi, pe baza cărora vom stabili apartenența la clasa calitativă respectivă, a diferitelor tipuri de magnetofoane. Prezentăm rezumativ principalele caracteristici normalizate.

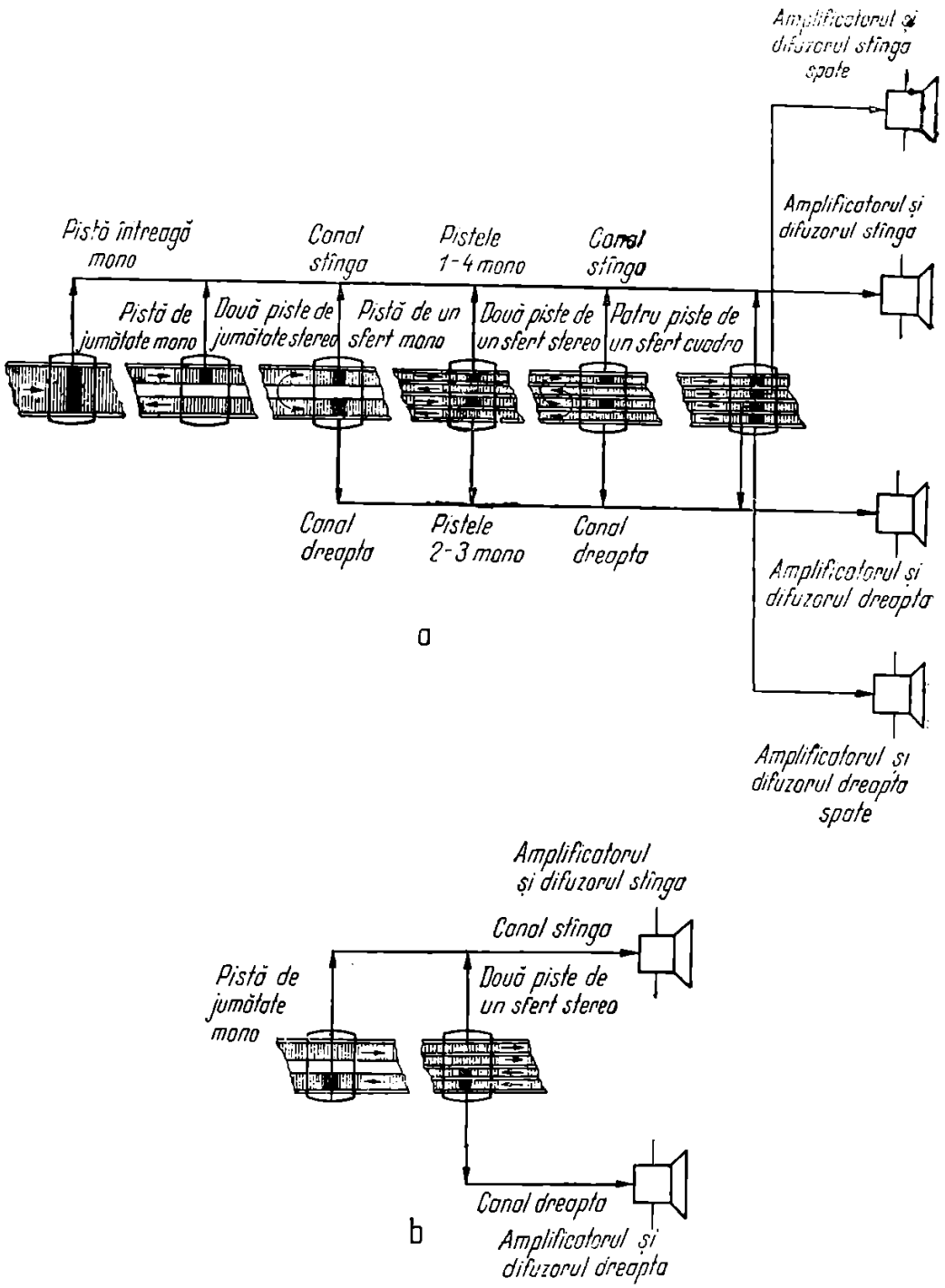


Figura 191 — Modul de organizare al pistelor pe banda magnetică. *a*) la magnetofoane cu role; *b*) la sistemul Compact Cassette.

Viteza de antrenare a benzii magnetice

Reprezintă lungimea benzii magnetice, care este antrenată într-o secundă prin fața capetelor magnetice. În cazul magnetofoanelor de uz comun și de calitate Hi-Fi sînt normalizate patru viteze de antrenare; 2,38 cm/s, 4,76 cm/s, 9,53 cm/s, 19,05 cm/s. Se constată că între două viteze consecutive există relația: cea mai mică este jumătatea valorii vitezei mai mari.

Pentru schimburile profesionale de programe sînt normalizate vitezele de 38,1 cm/s și 19,05 cm/s.

Abaterea admisibilă a vitezelor de antrenare față de cea nominală nu trebuie să fie mai mare de $\pm 1 \ldots 2\%$.

Fluctuația vitezei de antrenare a benzii

În literatura tehnică anglo-saxonă este cunoscută sub denumirea: WOW and flutter. Reprezintă media pătrată a variației (fluctuației) valorii vitezei de antrenare, față de valoarea vitezei nominale exprimată în procente (%).

Caracteristica de frecvență la înregistrare și redare

Reprezintă banda de frecvențe cuprinsă între frecvența inferioară și frecvența superioară, la care amplitudinea semnalelor scade cu 3 dB (0,707 ori), față de valoarea corespunzătoare a acestora la frecvența de referință, măsurate asupra semnalului cules de pe banda magnetică în procesul de înregistrare-redare, la o viteză de antrenare dată. De regulă, frecvența de referință este situată în domeniul frecvențelor medii și are valoarea de 1 000 Hz.

Caracteristica de frecvență este normalizată în corespondență cu caracteristica de înregistrare respectiv de redare, prin urmare este dependentă de viteza de antrenare a benzii magnetice (vezi capitolul 1.2.4). Cu cît viteza de antrenare este mai mare, cu atît corecțiile, care trebuie introduse sînt mai mici, deci banda de frecvențe va fi mai largă. Pe lîngă banda de frecvențe se mai specifică și abaterea caracteristicii exprimată în $\pm$ dB.

Raportul semnal-zgomot

Raportul dintre valoarea tensiunii nominale de ieșire măsurată la redarea unui semnal de frecvență de 1 000 Hz, care a fost înregistrat pe bandă și valoarea tensiunii de zgomot ce se obține în aceleași condiții de reglaj a amplificării cu intrarea în scurtcircuit, exprimată în dB. Raportul semnal-zgomot depinde de calitatea benzii și de valoarea curentului de premagnetizare corespunzător tipului respectiv de bandă.

Atenuarea de ștergere

Este o caracteristică referitoare la calitatea ștergerii de pe banda magnetică a semnalelor înregistrate. Reprezintă raportul exprimat în dB dintre valoarea nominală a semnalului de 1 000 Hz și valoarea reziduală ce se măsoară în aceleași condiții, după efectuarea ștergerii respectivului semnal (obținute la redare). Atenuarea de șter-

gere depinde de calitatea capului de ştergere şi de valoarea curentului (de înaltă frecvenţă) de ştergere.

Distorsiunile neliniare la ieşirea de tensiune

În cazul înregistrării pe banda magnetică a unor semnale sinusoidale, de frecvenţe diferite, cu nivel normal, la redare se obţin semnale ale căror distorsiuni neliniare (exprimate în %) caracterizează calitatea lanţului înregistrare-bandă-redare. Măsurarea acestor distorsiuni, funcţie de frecvenţă, trebuie efectuată la aceeaşi viteză de antrenare şi la un reglaj optim a curentului de premagnetizare. De asemenea, măsurătoarea trebuie făcută la ieşirea de tensiune (după preamplificator), pentru ca semnalele să nu fie afectate de neliniarităţile etajelor de putere.

Dacă nu se specifică frecvenţa, la care se apreciază valoarea distorsiunilor neliniare, atunci se subînţelege că se prezintă valoarea cea mai mare a acestora, din toată banda de frecvenţe.

Diafonia între canale

Această caracteristică se referă la două cazuri, în funcţie de tipul magnetofonului, mono sau stereo. Dacă ne referim la un magnetofon stereo, atunci raportul în dB dintre valoarea semnalului de 1 000 Hz înregistrat la nivel nominal pe canalul A şi valoarea semnalului parazitar, ce se măsoară la ieşirea canalului B, reprezintă diafonia între canale (stîng-drept).

În cazul magnetofoanelor mono, atenuarea de diafonie se referă la influenţele mutuale dintre piste. Astfel, în condiţiile înregistrării unui semnal pe pista 1, valoarea semnalului parazitar ce este transferat în pista 2, va determina mărimea diafoniei. Raportul dintre cele două semnale, exprimat în dB, este mărimea atenuării de diafonie.

În majoritatea cazurilor calitatea magnetofoanelor este apreciată după prevederile standardelor germane. Standardul DIN 45500 se referă la magnetofoanele Hi-Fi, iar DIN 45511 la magnetofoanele de uz comun. Facem cunoscut mai jos, principalele prevederi ale acestor standarde.

Magnetofoane Hi-Fi. Standardul DIN 45500

1. Abaterea maximă admisibilă a vitezei de antrenare faţă de viteza nominală: $\pm 1\%$

2. Fluctuaţia (WOW and flutter) maximă admisibilă a vitezei de antrenare este la:

19,05 cm/s de $\pm 0{,}2\%$
9,53 cm/s de $\pm 0{,}2\%$
4,76 cm/s de $\pm 0{,}25\%$ — după standardul modificat în 1975)

3. Valoarea maximă admisibilă a nivelului armonicii a 3-a (K_3) măsurată, la ieşirea amplificatorului de tensiune, a semnalului de 333 Hz:

19,05 cm/s de 5%
9,53 cm/s de 5%

4. Nivelul tensiunii de zgomot măsurat la ieşirea amplificatorului de tensiune, în situaţia de repaus, poate fi de cel mult —50 dB.

5. Raportul semnal-zgomot minim măsurat la ieşirea amplificatorului de tensiune, de pe bandă, în situaţia de redare, la:

19,05 cm/s de 45 dB
9,53 cm/s de 45 dB

6. Atenuarea de diafonie admisibilă între pistele mono la semnalul înregistrat de 1 000 Hz: —60 dB.

7. Atenuarea de diafonie admisibilă între canalele stereo la semnalul înregistrat de 1 000 Hz: —25 dB.

8. Atenuarea de ştergere minim admisibilă la 1 000 Hz este de 60 dB.

9. Caracteristica de frecvenţă (înregistrare-redare) la:

19,05 cm/s este: 40 . . . 12 500 Hz cu abaterea de $\pm$3 dB
9,53 cm/s este: 40 . . . 12 500 Hz cu abaterea de $\pm$3 dB

10. Diametrul maxim al rolelor: 180 mm

În prezent performanţele calitative a magnetofoanelor sînt deasupra prevederilor acestui standard, elaborat cu un deceniu în urmă. Cel mai semnificativ exemplu, în acest sens, îl prezintă casetofoanele, care deşi la viteza de 4,76 cm/s, multe tipuri, depăşesc cerinţele din standardul prezentat.

Actualmente, în literatura de specialitate se prezintă trei norme după care se apreciază calitatea aparatelor Hi-Fi şi printre ele şi pe cele de înregistrare şi redare pe bandă magnetică:

— DIN (Deutsche Industrie Norm)
— NAB (National Assotiation of Broadcasters)
— IEC (International Electrotechnical Comission)

Magnetofoane de uz comun. Standardul DIN 45511

1. Abaterea maximă admisibilă a vitezei de antrenare faţă de viteza nominală: $\pm$2%.

2. Fluctuaţia (WOW and flutter) maximă admisibilă a vitezei de antrenare este la:

19,05 cm/s de $\pm$0,2%
9,53 cm/s de $\pm$0,3%
4,76 cm/s de $\pm$0,6%
2,38 cm/s de $\pm$1%

3. Valoarea maximă admisibilă a nivelului armonicii a 3 a (K_3), măsurabilă la ieşirea amplificatorului de tensiune, a semnalului de 333 Hz, la:

19,05 cm/s de 5%
9,53 cm/s de 5%
4,76 cm/s de 5%
2,38 cm/s de 8%

4. Nivelul tensiunii de zgomot măsurat la ieşirea amplificatorului de tensiune, în situaţia de repaus poate fi de cel mult —50 dB.

5. Raportul semnal-zgomot minim măsurat la ieşirea amplificatorului de tensiune, de pe bandă, în situaţia de redare, la:

19,05 cm/s de 40 dB
9,53 cm/s de 40 dB

6. Atenuarea de diafonie admisibilă între pistele mono la semnalul înregistrat de 1 000 Hz: —50 dB.

7. Atenuarea de diafonie admisibilă între canalele stereo la semnalul înregistrat de 1 000 Hz: —20 dB.

8. Atenuarea de ştergere minim admisibilă la 1 000 Hz este de 48 dB.

9. Caracteristica de frecvenţă (înregistrare-redare) la:

19,05 cm/s este: 40 . . . 12 500 Hz cu abatere de $\pm$5 dB
9,53 cm/s este: 63 . . . 10 000 Hz cu abatere de $\pm$5 dB
4,76 cm/s este: 80 . . . 6 300 Hz cu abatere de $\pm$5 dB

2.3.3. CONSTRUCŢIA MAGNETOFOANELOR

Indiferent de destinaţia şi tipul magnetofoanelor, ele au subansamble ce au aceleaşi funcţiuni. Astfel, orice magnetofon este prevăzut cu un sistem de antrenare, care imprimă benzii magnetice, la redare sau înregistrare, o viteză uniformă şi permite înfăşurarea (respectiv desfăşurarea) acesteia pe rolele purtătoare. De asemenea, sistemul de antrenare permite derularea rapidă înainte-înapoi a benzii. Pe lîngă mecanica de antrenare, magnetofoanele sînt prevăzute cu amplificatoare de înregistrare şi amplificatoare de redare, care au rolul de a transforma semnalele de audiofrecvenţă în semnale magnetice, respectiv transformarea semnalelor magnetice înregistrate în semnale de audiofrecvenţă. Apoi, prelucrează semnalele înregistrate şi redate în semnale acustice.

De asemenea, sînt prevăzute unităţile electronice complementare: alimentatoarele, circuitele de comandă ale motoarelor de antrenare. Astfel, ca un tot unitar, magnetofonul este un aparat alcătuit dintr-o parte mecanică de precizie şi o parte electronică specializată.

- **Sistemul de antrenare**

Sistemele de antrenare cu care sînt dotate magnetofoanele sînt alcătuite dintr-o serie de mecanisme de transmisie, ghidaje etc. şi pot fi prevăzute cu unul, două sau trei motoare de antrenare.

În cazul antrenării prin rolă de fricţiune sau curea de transmisie se utilizează de obicei un singur motor, situaţie în care ne putem aştepta la fluctuaţii mai mari ale vitezei de antrenare a benzii.

În cazul dotării sistemului de antrenare cu două motoare, sarcinile fiind distribuite se obţin fluctuaţii mai mici ale vitezei de

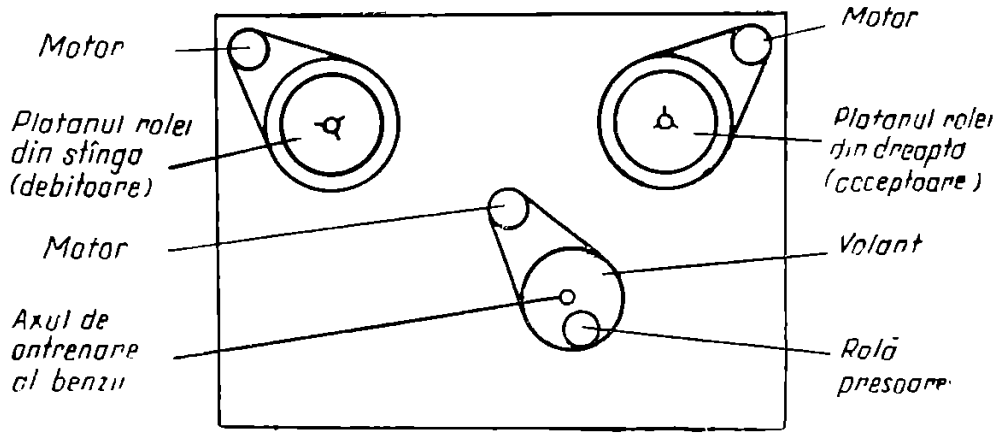


Figura 192 — Schița sistemului de antrenare cu trei motoare și transmisie prin curele.

antrenare. La sistemele cu trei motoare, fiecare funcție: antrenarea uniformă a benzii, derularea rapidă înainte și înapoi sînt repartizate separat fiecărui motor.

Sistemele de antrenare cu trei motoare sînt realizate în trei variante:

a) Antrenarea benzii este asigurată de axul de antrenare și rola presoare, ce presează banda pe ax. Axul este solidar cu volantul și este antrenat prin rolă sau curea de transmisie de către un motor. Înfășurarea pe rola acceptoare sau debitoare se face direct, tamburul (platanul) acestora fiind direct fixate pe axele celor două motoare.

b) Atît axul de antrenare al benzii, cît și axele platanelor rolelor (debitoare și acceptoare) sînt chiar axele celor trei motoare de antrenare. Adică, o antrenare directă fără piese intermediare de transmisie.

c) Antrenarea celor trei axe: axul de antrenare al benzii și cele două ale platanelor rolelor se face de la cele trei motoare prin curea de transmisie (figura 192).

În cazul cînd sistemul de antrenare este prevăzut cu două motoare rezultă două variante constructive:

a) Antrenarea axelor platanelor rolelor se face prin transmisie cu role de fricțiune de un motor, iar axul de antrenare al benzii este acționat prin rolă de fricțiune sau curea de transmisie, de către celălalt motor (figura 193).

b) Antrenarea axelor platanelor rolelor înfășurătoare se face prin curea de transmisie de la un motor, iar axul de antrenare al benzii este chiar axul celui de al treilea motor.

Sistemele de antrenare dotate cu un singur motor pot fi cu transmisie prin fricțiune sau numai prin curea de transmisie, sau mixte și prin rolă de fricțiune și prin curea de transmisie. Acest ultim tip de transmisie mixt, este cel mai des întîlnit.

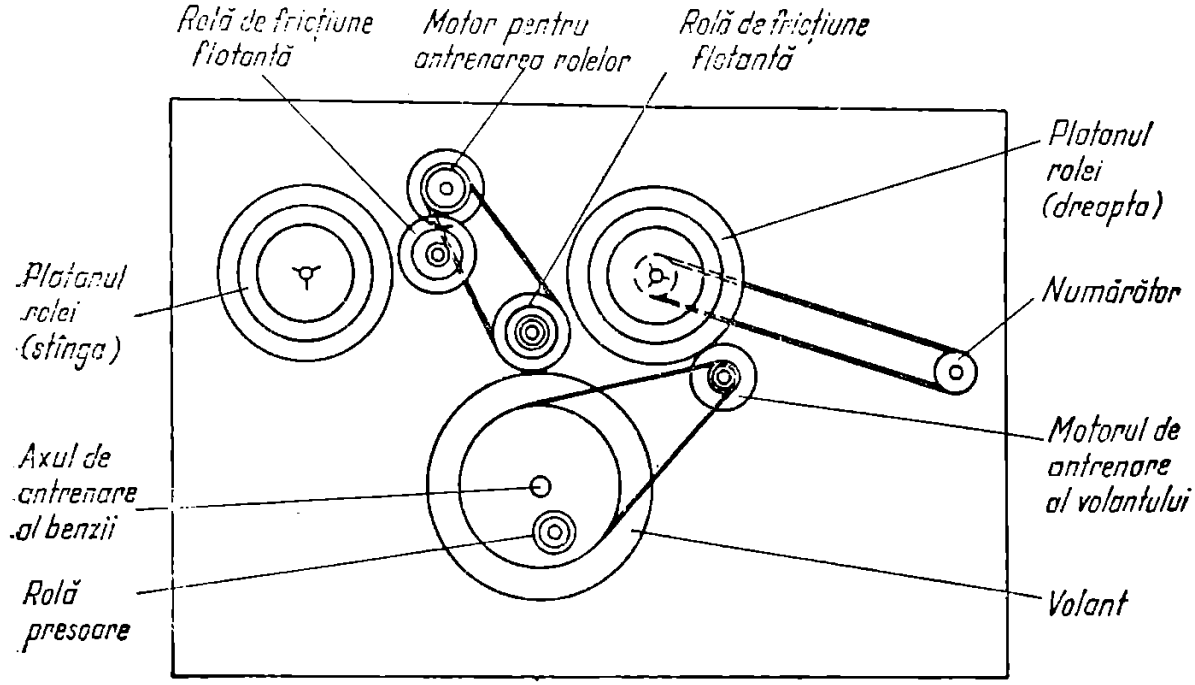


Figura 193 — Schița sistemului de antrenare cu două motoare și transmisie prin curele.

Principalele componente ale mecanismului de antrenare sînt: axul de antrenare al benzii, care împreună cu rola presoare și cu volantul asigură antrenarea cu viteză uniformă, corespunzătoare, a benzii magnetice. Apoi, cele două platane cu axe corespunzătoare acționării rolelor înfășurătoare a benzii. De asemenea, mecanismul este întregit de role de fricțiune (flotante), șaibe pentru curele de transmisie, mecanismul de frînare, mecanismul numărător, un sistem de pîrghii de acționare și-n fine motorul de acționare.

În timpul înregistrării sau redării, în afara antrenării uniforme a benzii în fața capetelor magnetice, mai este necesară și înfășurarea corespunzătoare a benzii de pe rola debitoare (stînga) pe rola acceptoare (dreapta). Altfel spus, tensiunea mecanică din bandă trebuie să fie constantă, tot timpul redării sau înregistrării, și să nu depindă de diametrul benzii de pe rola debitoare, respectiv de pe rola acceptoare. Viteza de antrenare fiind constantă, turațiile celor două role vor fi diferite, astfel, turația rolei acceptoare trebuie să scadă odată cu mărimea diametrului înfășurat al benzii, iar la rola debitoare turația trebuie să crească. Odată cu creșterea cantității de bandă înfășurată pe rola acceptoare se mărește și greutatea rolei, deci cuplul motor de antrenare al platanului acceptor trebuie să sporească în mod corespunzător.

Asigurarea unei tensiuni mecanice constante în bandă, la magnetofoanele profesionale se realizează cu mecanisme automate speciale de frînare. În magnetofoanele de calitate medie se utilizează

pentru platanele debitoare şi acceptoare, tamburul de fricţiune. Pe măsură ce rola acceptoare se „încarcă", greutatea ei creşte, astfel frecarea dintre platan şi tamburul motor creşte, deci se va mări corespunzător cuplul motor. De obicei, între platan şi tamburul de antrenare se află un disc sau sector de cerc, din pîslă.

Modificarea cuplajelor mecanice ale rolelor acceptoare şi debitoare, în scopul păstrării constante a tensiunii în banda magnetică, este necesară şi la antrenarea rapidă înainte-înapoi a benzii.

Mecanismele de antrenare ale magnetofoanelor cu casete (casetofoanelor) se bazează pe aceleaşi principii. Şi la această categorie întîlnim sisteme de antrenare cu trei motoare, cu două motoare sau cu un singur motor, în funcţie de condiţiile ce se impun asupra uniformităţii vitezei de deplasare.

Pe scară largă se utilizează însă sistemul de antrenare Compact Cassette, extins de altfel în toată lumea. Cel mai simplu sistem de antrenare, cu un singur motor, se realizează în numeroase variante constructive. La aceste mecanisme volantul este antrenat de către motor prin curea de transmisie. Axele înfăşurătoare erau antrenate prin role de fricţiune, iar mai recent — odată cu extinderea utilizării maselor plastice — prin transmisie cu roţi dinţate.

Sistemele de antrenare ale magnetofoanelor trebuie să îndeplinească cîteva condiţii, astfel ca banda magnetică să fie corect exploatată, indiferent de modul de lucru. Aceste condiţii sînt succint prezentate mai jos:

1. Pe lîngă antrenarea cu viteză constantă a benzii şi înfăşurarea corespunzătoare pe rola acceptoare, avîndu-se în vedere că în timpul înregistrării sau redării diametrul benzii înfăşurate se modifică (creşte) mereu, trebuie să se asigure în bandă o tensiune mecanică constantă. După cum am mai amintit, viteza de antrenare con-

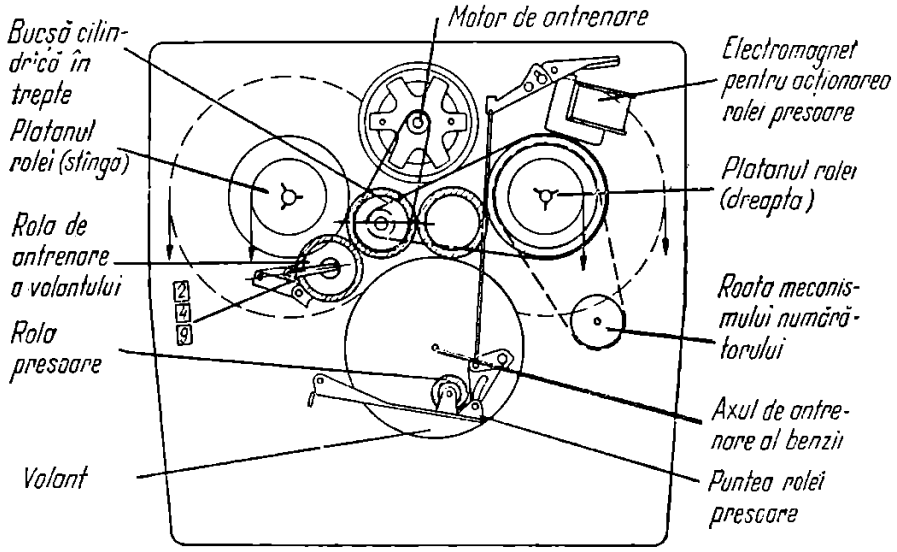


Figura 194 — Schiţa sistemului de antrenare cu un motor, cu transmisie mixtă: prin curea şi fricţiune.

stantă este asigurată de axul de antrenare, solidar cu volantul, și rola presoare din cauciuc.

În afara uniformității rotației axului motorului de antrenare și a volantului, axul de antrenare trebuie să fie perfect prelucrat, neted, fără excentricități, deoarece în caz contrar rezultă fluctuații nepermise ale vitezei de antrenare. De asemenea, suprafața rolei presoare din cauciuc trebuie să fie perfect netedă, fără excentricitate și — condiția cea mai importantă — generatoarea cilindrului rolei presoare să fie perfect paralelă cu axul de antrenare. Această condiție esențială trebuie îndeplinită pentru a se evita întinderea nedorită, în timpul funcționării a marginilor benzii. Astfel, bucșa de bronz (sau rulmentul) pe care este trasă rola presoare din cauciuc trebuie să fie fără uzură și excentricitate.

2. Mecanismul trebuie să asigure, în afara antrenării cu vitezele nominale standardizate, antrenarea și înfășurarea rapidă a benzii înainte-înapoi. Acest mod de lucru este util în alegerea rapidă a programelor. Astfel, în cazul antrenării rapide, viteza este de 18 . . . 25 ori mai mare ca viteza nominală.

3. Majoritatea magnetofoanelor sînt prevăzute cu cel puțin două viteze de antrenare a benzii. Soluțiile constructive ale mecanismelor

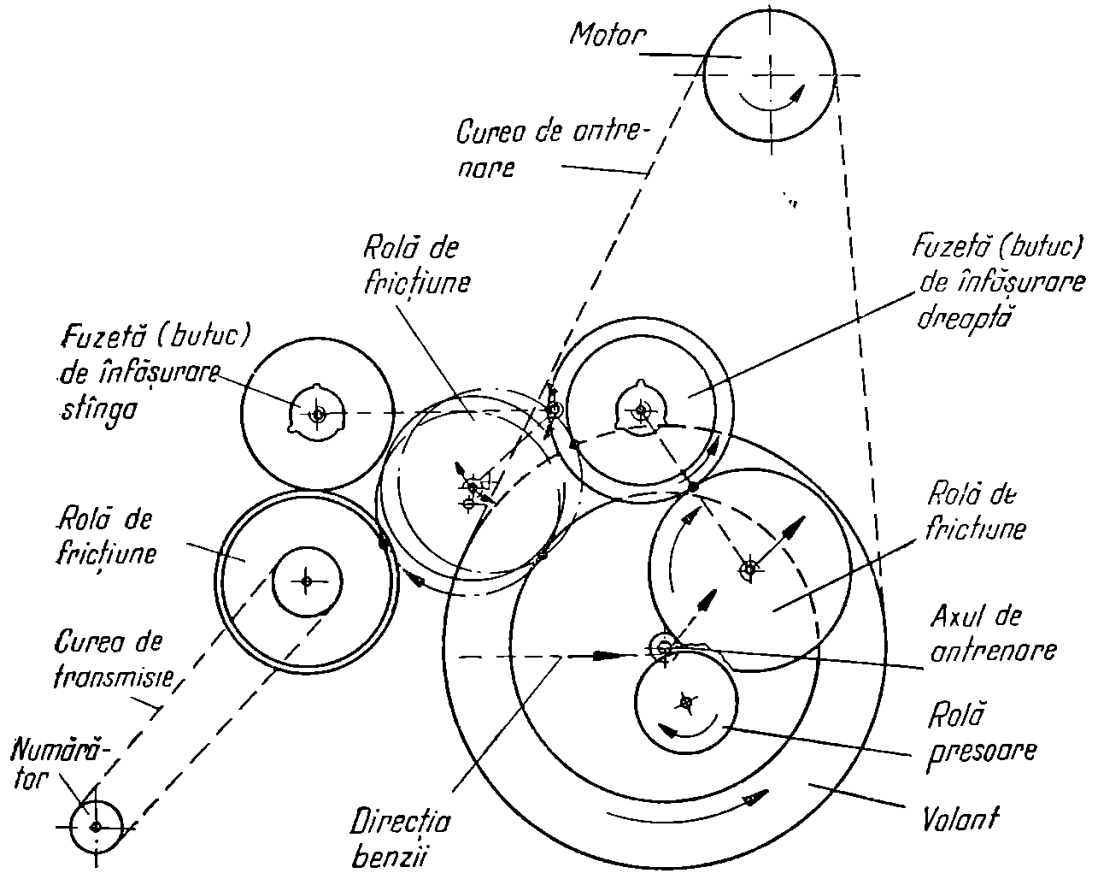


Figura 195 — Schița sistemului de antrenare la magnetofoanele Compact Cassette, cu un singur motor.

de antrenare cu mai multe viteze de antrenare sînt diferite. În magnetofoanele de amatori, schimbarea vitezei de antrenare se face, în general, cu mecanisme de transmisie prin role de fricțiune sau curele de transmisie. În cazul transmisiei prin rolă de fricțiune, pe axul motorului se află o bucșe cilindrică în trepte, între aceasta și piesa antrenată, de regulă volantul, se află o rolă volantă (satelit), care poate lua, cu ajutorul pîrghiei de schimbare a vitezei, pozițiile corespunzătoare raportului de transmisie respectiv (vezi figura 196). Rola volantă de fricțiune este alcătuită dintr-un disc de aluminiu (sau plastic) îmbrăcat cu un sector cilindric din cauciuc, care asigură frecarea necesară.

În cazul antrenării prin curea de transmisie, mecanismul de schimbare al vitezei se realizează în două variante. Prima variantă, mai veche, constă în modificarea raportului de transmisie cu ajutorul unei bucșe cilindrice în trepte fixate pe axul motorului de antrenare, între volant și această bucșă aflîndu-se cureaua (din cauciuc) de transmisie. Cu ajutorul unui mecanism „furcă", cureaua elastică se trece pe bucșa de transmisie în trepte, pe diametrul corespunzător vitezei necesare. Acest procedeu este, de obicei, aplicat numai la două viteze de antrenare, deoarece elasticitatea curelei de transmisie este limitată.

A doua soluție este de a se realiza și volantul în trepte (cu diametre diferite) ca și bucșa în trepte fixată pe axul motorului de

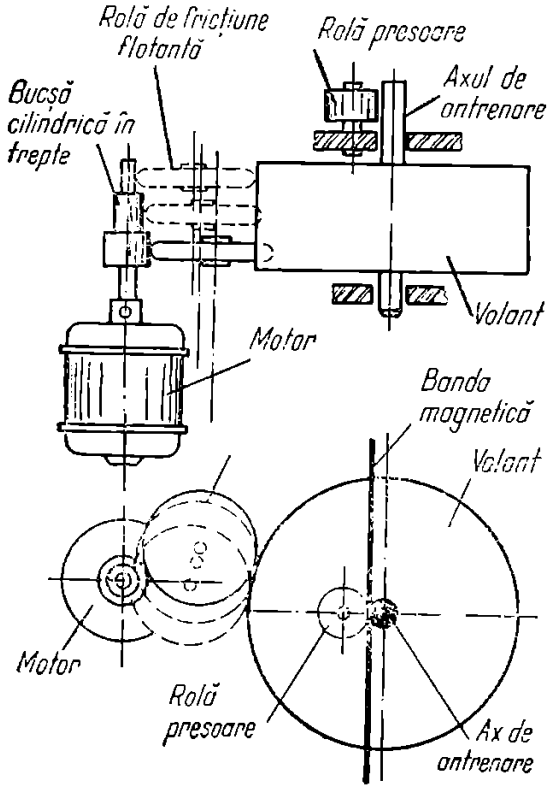


Figura 196 — Schița mecanismului schimbătorului vitezei de antrenare la sistemul cu antrenare prin fricțiune.

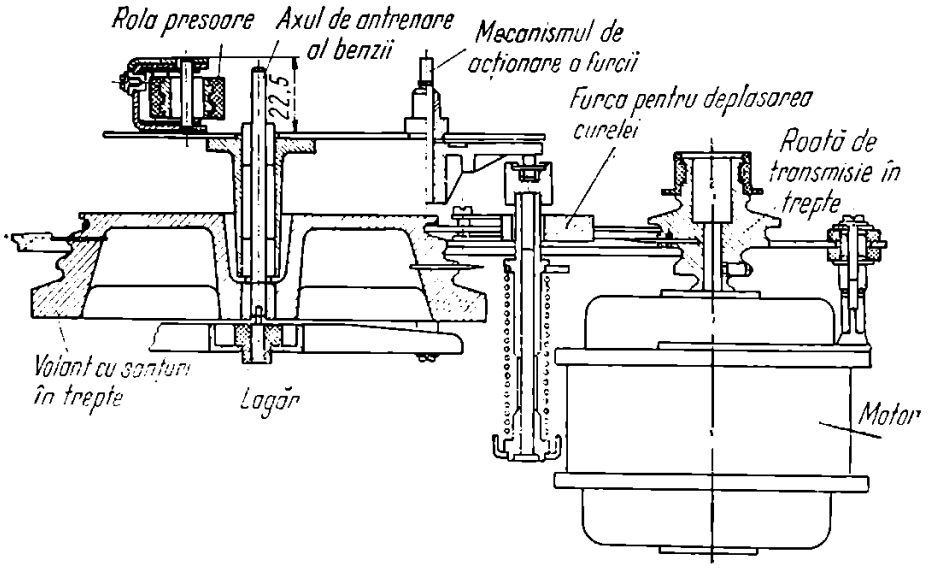


Figura 197 — Schița mecanismului schimbătorului vitezei de antrenare la sistemul cu antrenare prin curea de transmisie.

antrenare. Cu ocazia schimbării vitezei raportul diametrelor se schimbă, deci și cel de transmisie (vezi figura 197).

În afara soluțiilor mecanice, se utilizează și procedee electrice pentru schimbarea vitezei de antrenare.

4. La fiecare oprire a deplasării benzii, indiferent de modul de lucru, pentru a nu se creea în bandă tensiuni mecanice nepermise, care ar duce la deformarea sau chiar ruperea benzii, mecanismul de antrenare trebuie oprit instantaneu. Aceasta se realizează cu ajutorul sistemului de frînare.

În afara acestei funcțiuni sistemul de frînare trebuie să acționeze în timpul înregistrării-redării și asupra rolei debitoare, cu o forță relativ mică, asigurîndu-se astfel o tensiune constantă în bandă, necesară ca aceasta să fie bine întinsă în fața capetelor magnetice, precum și înfășurării uniforme a benzii pe rola acceptoare. Aceasta este necesară numai în cazul mecanismelor cu trei motoare. În cazul magnetofoanelor cu un motor, așa cum am arătat, frînarea rolei debitoare se face prin fricțiunea dintre tamburul motor și platanul rolei.

5. Pentru asigurarea antrenării mecanismului, se folosesc în cele mai multe cazuri motoare sincrone cu histerezis și motoare asincrone cu colivie. În unele magnetofoane moderne se întîlnesc motoare de curent continuu cu comandă electronică. Evident, criteriul de alegere al motorului de antrenare este asigurarea unei turații cît mai constante și a unui cuplu motor adecvat. Metodele de stabilizare a turației au mai fost arătate (antrenarea picupurilor). La magnetofoanele moderne, de performanță, actualmente se utilizează

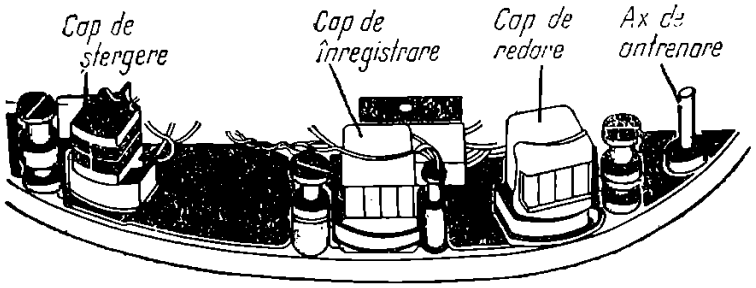


Figura 198 — Dispunerea capetelor magnetice pe placa unui magnetofon cu role.

motoare de curent continuu cu comutator electronic și reglajul automat al turației.

- **Ghidajele benzii și blocul capetelor magnetice**

Completînd mecanismul de antrenare, placa cu ghidajele benzii, pe care sînt montate și capetele magnetice, formează o unitate funcțională bine stabilită. Piesele mecanice ale acestei unități sînt: ghidajele fixe, rolele de ghidaj; acestea au rolul de a menține poziția perfect verticală și orizontală a benzii în fața capetelor magnetice. Componentele electromagnetice sînt capetele magnetice, care pot fi: de ștergere, de înregistrare, de redare, sau combinate. Despre destinația, construcția și utilizarea acestora am relatat pe larg în capitolul 1.1.3.

Atît la magnetofonul cu role cît și la cel cu casete principiul de funcționare al unității de ghidaj al benzii este asemănător. În schimb realizarea mecanică este cu totul diferită. În magnetofoanele de amatori și cele Hi-Fi cu role, în general, se utilizează fixarea de tipul jos al capetelor. Unitatea de ghidaj este completată cu piese de presare pe capetele de înregistrare sau redare, a benzii magnetice. Piesele de presare determină un contact (o așezare) perfect între bandă și suprafața capului, condiție absolut necesară bunei funcționări a magnetofonului.

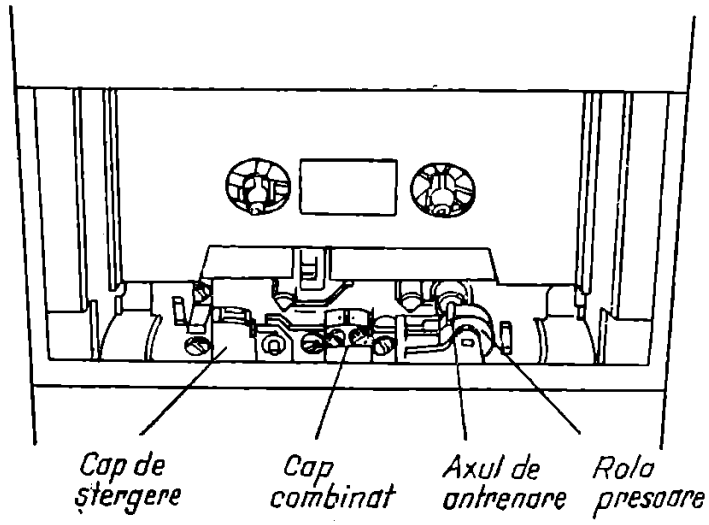


Figura 199 — Dispunerea celor două capete magnetice la magnetofonul sistem Compact Cassette.

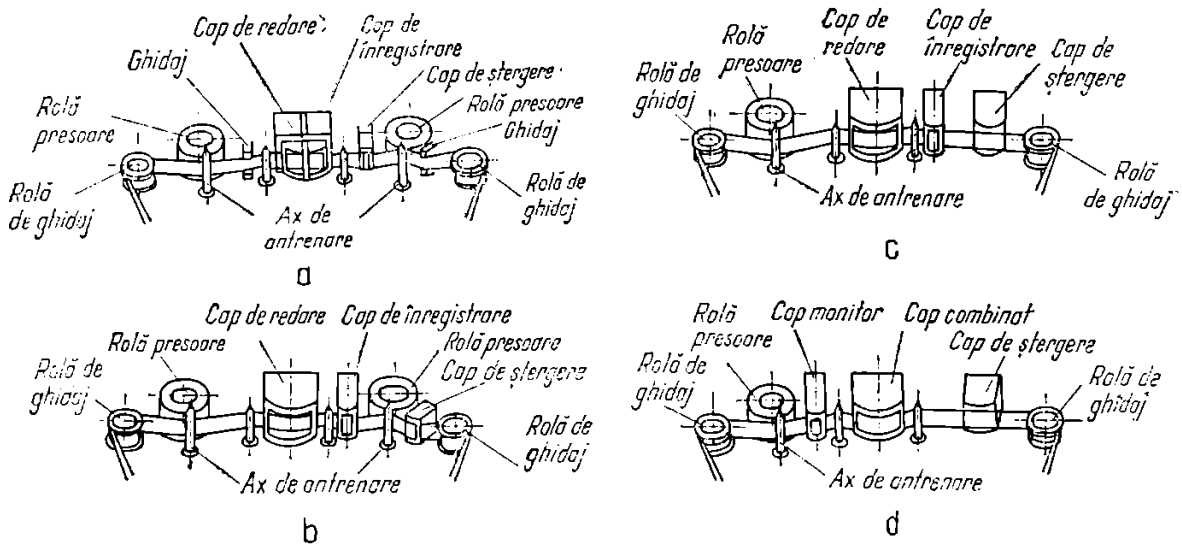


Figura 200 — Schița variantelor sistemului Compact Cassette cu trei capete.

În cazul magnetofoanelor sistem Compact Cassette (casetofoane) dimensiunile casetei nu permite utilizarea capetelor tipice magnetofoanelor cu role. La început — și apoi mulți ani încoace — s-au utilizat numai un cap de ștergere și un cap combinat (înregistrare-redare) în casetofoane. Piesele de ghidaj, capetele magnetice și rolele presoare sînt fixate pe o placă. În cazul înregistrării sau redării această placă este împinsă înainte spre casetă (figura 199).

În cursul ultimilor ani, la sistemul Compact Cassette au apărut o serie de soluții constructive, care permit folosirea a trei capete magnetice. În figura 200 se prezintă patru variante constructive, dintre cele mai utilizate.

a) Antrenarea benzii se efectuează cu două axe de antrenare și două role presoare, care ocupă cele două ferestre mari laterale ale casetei. Fereastra mare centrală este ocupată de capul de înregistrare și de redare — construite împreună, iar în fereastra mică din stînga casetei ajunge capul de ștergere.

b) Și în această variantă, două axe de antrenare și două role presoare antrenează banda. Capul de ștergere se află în imediata apropiere a rolei presoare din fereastra mare din stînga casetei. În fereastra mare din centru se află capul de redare, iar fereastra mică din stînga este ocupată de capul de înregistrare.

c) Antrenarea benzii se face după procedeul obișnuit cu un singur ax de antrenare și rolă presoare, care ocupă fereastra mare din dreapta casetei. Fereastra centrală fiind destinată capului de redare, în fereastra mică din stînga se află capul de înregistrare, iar în fereastra mare din stînga capul de ștergere.

d) Cea de a patra soluție prezentată este asemănătoare cu soluția „clasică", utilizînd un cap combinat, însă pentru supravegherea programului în timpul înregistrării, în fereastra mică din dreapta se

află un cap de redare numit și de „monitor". Redarea propriu-zisă se face cu capul combinat, cînd capul de monitor iese din funcțiune.

Unitățile amplificatoare

Pentru realizarea înregistrării sau redării sunetului pe bandă magnetică, magnetofoanele conțin o serie de circuite electronice cu funcțiuni bine stabilite. Cele mai importante funcțiuni ale acestor circuite sînt grupate pe unități funcționale, precum urmează:

a) Amplificatorul de înregistrare, care are rolul de a amplifica semnalele provenite de la sursa de semnal, de a efectua corecțiile necesare la înregistrare și de a realiza curentul de audiofrecvență necesar capului de înregistrare (figura 201).

b) Etajul indicator al nivelului de înregistrare, care realizează un semnal de curent continuu, proporțional cu nivelul semnalului de înregistrare, afișat de un instrument cu cadru mobil. Cu ajutorul indicației instrumentului putem preveni (prin reglaj) supraîncărcarea benzii, deci evitarea distorsiunilor.

c) Oscilatorul de frecvență ultraacustică, de ștergere și premagnetizare, care asigură curentul de ștergere necesar în capul de ștergere și curentul de premagnetizare al capului de înregistrare.

d) Amplificatorul de redare, amplifică semnalele de nivel mic, induse în capul de redare, efectuează corecția de frecvență la redare și realizează un nivel de tensiune de ieșire ce poate ataca etajul amplificator de putere (figura 202).

e) Etajele amplificatoare finale — de putere, care asigură un nivel de putere corespunzător excitației difuzoarelor.

Despre amplificatoarele de înregistrare și de redare am prezentat detalii în capitolul 1.2.4, deci nu vom mai discuta aici despre ele.

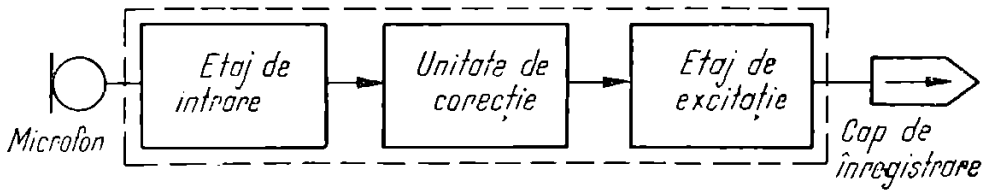


Figura 201 — Schema bloc a amplificatorului pentru înregistrare.

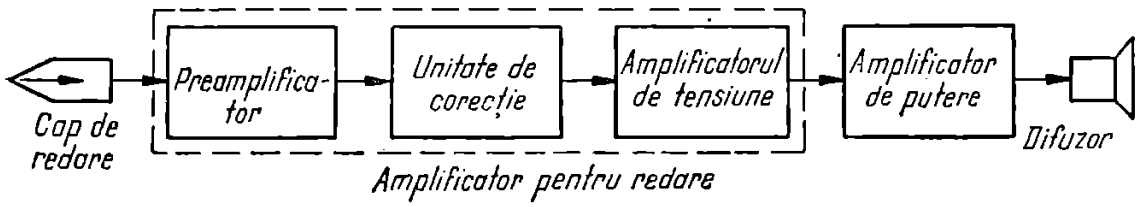


Figura 202 — Schema bloc a amplificatorului pentru redare.

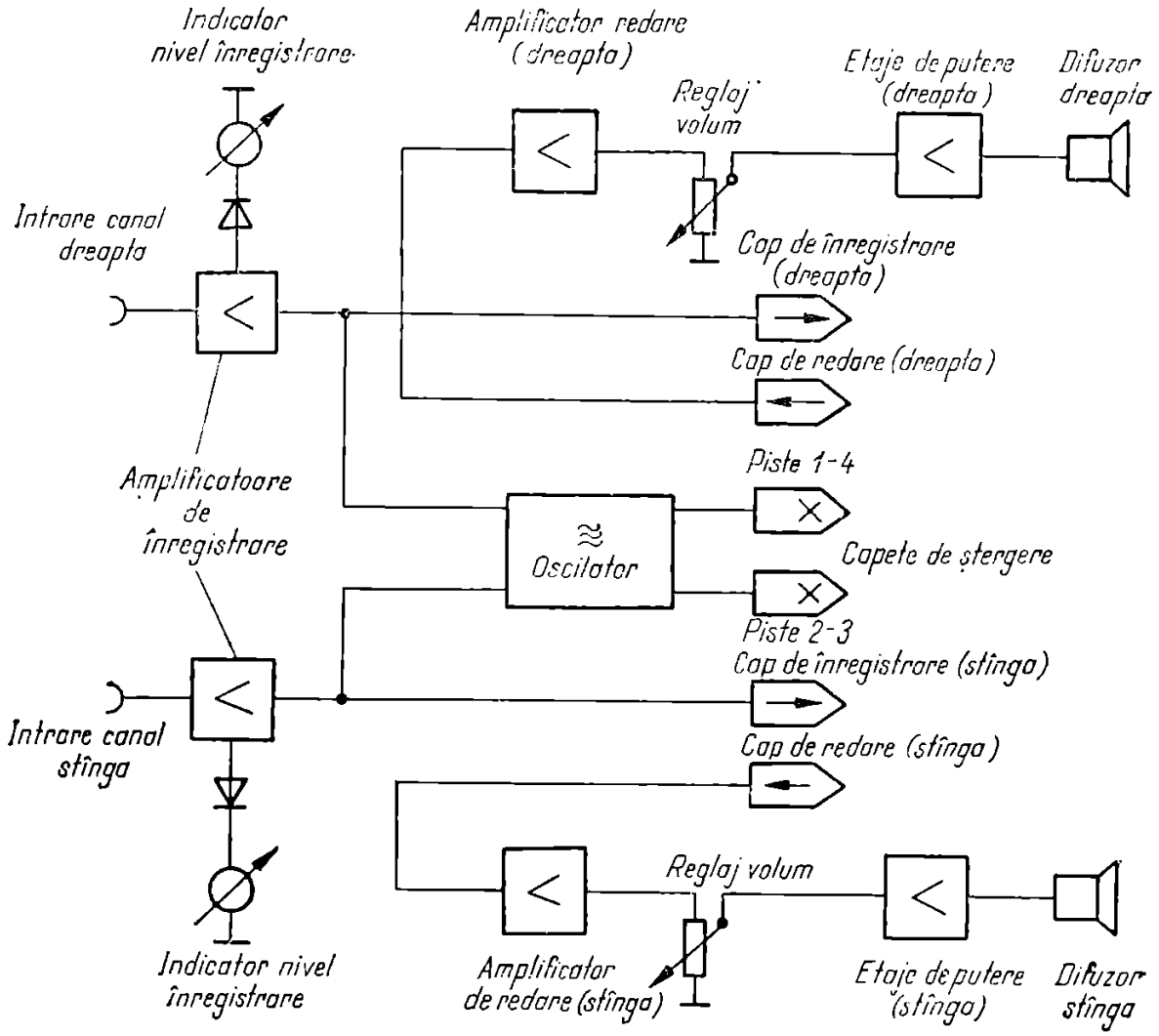


Figura 203 — Schema bloc a sistemului de amplificare în paralel.

Este însă necesar să prezentăm cele două variante principale de scheme bloc ale lanțului de amplificare; așa-numita schemă de amplificare cu funcționare în paralel și schema de amplificare combinată.

În figura 203 se prezintă schema bloc de amplificare în paralel, corespunzătoare unui sistem cu trei capete magnetice. Avînd capetele de înregistrare, respectiv de redare separate, există posibilitatea ca în timpul înregistrării să funcționeze în paralel cu amplificatorul de înregistrare și amplificatorul de redare. Astfel, se poate asculta în difuzoare sau în cască programul, care se înregistrează pe banda magnetică. În acest sistem fiecare etaj asigură o funcțiune bine stabilită. Ascultarea programului în timpul înregistrării mai poartă denumirea de funcționare în „regim de monitor".

În cazul capului magnetic combinat se utilizează schema de amplificare combinată, pe care o prezentăm în figura 204. În acest sistem capul combinat se comută de la un mod de lucru (înregistrare)

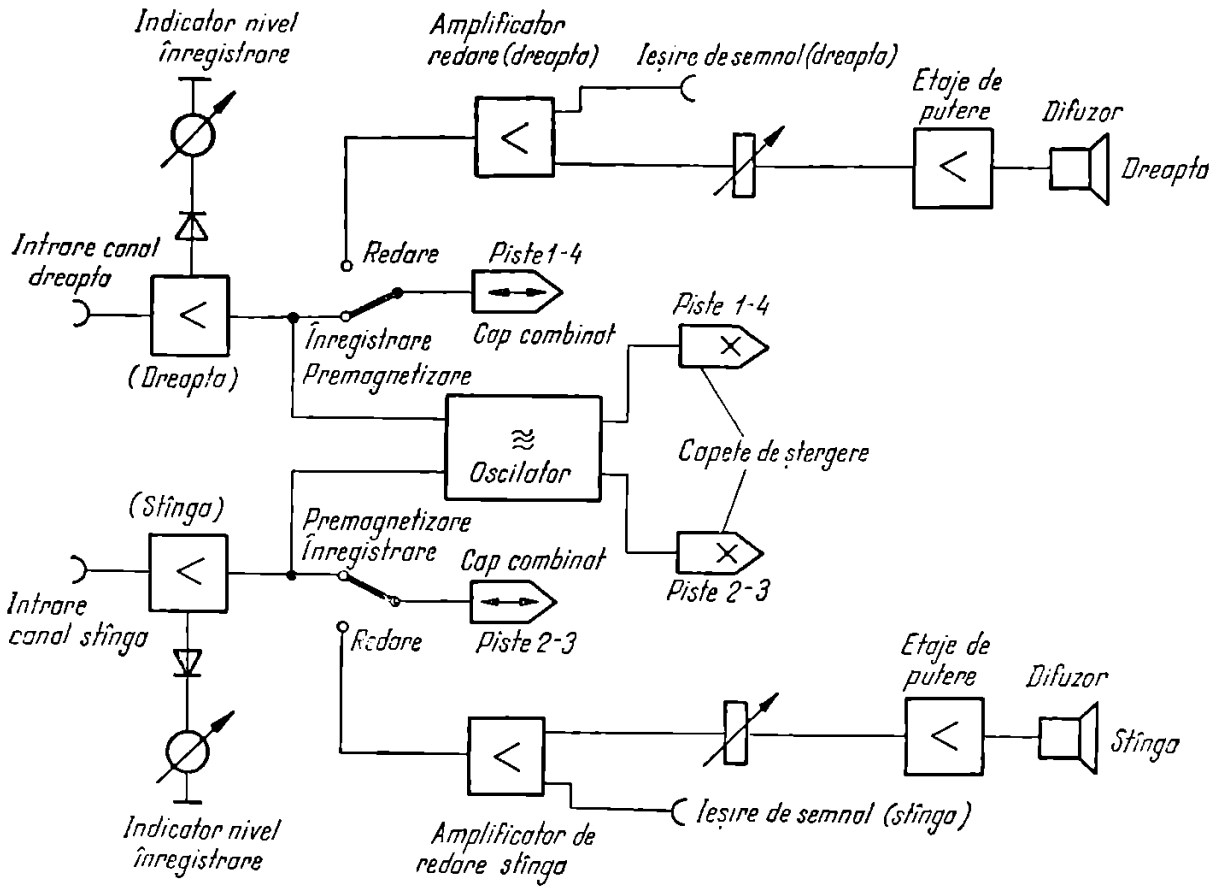


Figura 204 — Schema bloc a sistemului de amplificare combinat.

pe celălalt mod (redare) pe ieșirea, respectiv intrarea amplificatoarelor respective, care sînt prevăzute cu corecțiile de frecvență corespunzătoare. În timpul înregistrării se poate asculta programul sonor prin conectarea semnalului la intrările amplificatorului de redare. Pentru a se verifica calitatea semnalului înregistrat, se va derula înapoi banda și se va trece pe regimul de redare, deci nu există posibilitatea de regim monitor.

- **Automatica de comandă**

În magnetofoanele de uz comun de construcție mai simplă nu sînt prevăzute circuite de automatică. Comutarea pe diferite viteze și alegerea regimurilor de lucru, se face de regulă cu pîrghii mecanice, comutatoare mecanice și taste (claviaturi) electrice.

În magnetofoanele de calitate Hi-Fi fie cu role, fie cu casete s-a extins însă circuitele de automatică echipate fie cu componente discrete (diode-tranzistoare), fie cu circuite integrate. Mai recent, circuitele de comandă-automatică sînt prevăzute cu circuite integrate specializate-microprocesoare.

Rolul circuitelor de automatică este de a comanda, executa și controla următoarele funcțiuni:

— Schimbarea turației motorului de antrenare prin comutare electronică;

— Comanda regimului pornit-oprit prin intermediul releelor;

— Comanda regimului pornit-oprit, în modul manual sau cu programare electronică (temporizată);

— Telecomanda regimurilor și modurilor de lucru

— Programarea pe lungă durată a regimurilor de înregistrare, de redare, de funcționare continuă sau la anumite intervale de timp (conform programării) cu ajutorul microprocesorului;

— Măsurarea rapidă a calității benzii magnetice și darea deciziei de acceptare sau respingere a acestora, în funcție de calitatea sa.

În afara avantajelor, pe care le conferă un sistem automatizat trebuie să menționăm faptul că se obține un regim de lucru silențios (foarte important) și se minimalizează riscul erorilor (prin programare) de manevrare.

- **Alimentatorul**

Magnetofoanele se pot alimenta cu energie electrică de la baterii sau de la rețea. Independent de sursa de energie pentru alimentarea diferitelor etaje electrice sînt necesare tensiuni electrice bine stabilite. Realizarea tensiunilor necesare se face în alimentator. De stabilitatea și filtrajul tensiunilor debitate de alimentator, depind în mare măsură calitatea semnalelor, care sînt prelucrate în magnetofon.

O condiție esențială este amplasarea transformatorului de rețea în ansamblul circuitelor, pentru a se evita apariția zgomotului de fond, datorită cîmpului magnetic de dispersie. Pentru a se evita zgomotul de rețea pe care l-ar putea genera transformatorul cu tole, acesta, în magnetofoanele moderne este înlocuit cu miezuri magnetice toroidale sau cel puțin miezuri cu bandă orientată.

În magnetofoanele pretențioase Hi-Fi, toate tensiunile de alimentare sînt stabilizate cu circuite electronice de stabilizare. Alimentatoarele de tensiune stabilizată sînt prevăzute de regulă cu circuit regulator serie și amplificator de eroare. În schemele moderne se extinde utilizarea circuitelor integrate stabilizatoare.

În figura 205 prezentăm schema de principiu a unui alimentator stabilizat (cu element serie), care asigură cu tensiune stabilizată următoarele etaje:

— amplificatorul de redare și de înregistrare

— oscilatorul de ștergere și premagnetizare

— circuitul de măsurare a nivelului de înregistrare

— amplificatorul final — de putere

În schemele mai simpliste și cu consum mai redus, se utilizează numai scheme redresoare bine filtrate, fără stabilizare.

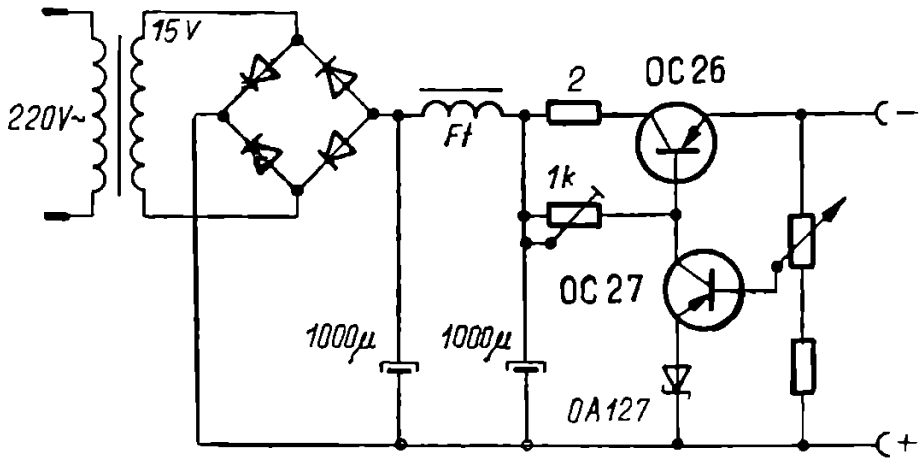


Figura 205 — Schema de principiu a unui alimentator de tensiune stabilizată, dintr-o unitate de alimentare.

2.3.4. TIPURI DE MAGNETOFOANE

Aşa cum am mai amintit, în tehnica amatorilor se utilizează magnetofoane de calitate Hi-Fi şi magnetofoane de uz comun. Toate acestea sînt fabricate într-o gamă numeroasă de tipuri, ambele categorii extinzîndu-se pe o largă arie calitativă, astfel, că o anumită părere ne vom putea forma după prezentarea ce urmează:

Magnetofoane cu role de uz comun

În această categorie, odinioară, se fabricau şi tipuri alimentate de la baterii, azi se produc numai tipuri cu alimentare de la reţea. Asemenea tipuri se produc în două variante: mono şi stereo. Magnetofoanele mono sînt de regulă după sistemul cu patru piste (de o pătrime) de înregistrare-redare, şi mai rar cu două piste (de o jumătate de lăţime). Cele stereo sînt exclusiv cu cîte două piste de o pătrime pentru înregistrare-redare.

Un tip reprezentativ acestei grupe de aparate este magnetofonul TG-440 Automatic, fabricat de firma SABA, (figura 206). Magnetofonul este prevăzut numai cu viteza de 9,53 cm/s, şi se utilizează la înregistrările şi redările monofonice, în sistemul patru piste de cîte o pătrime. Regimurile şi modurile de funcţionare se aleg cu ajutorul butoanelor cu acţionare electrică şi mecanică. Organele de acţionare (butoanele, manetele) sînt uşor de acţionat şi sînt dispuse pe panoul magnetofonului după o logică simplă.

În afară de organele de acţionare principale, mai sînt prevăzute: comutatorul selector al pistelor, comutator pentru alegerea manuală sau automată a reglajului nivelului de înregistrare, indicator al nivelului de înregistrare cu instrument electromagnetic, precum şi manete pentru reglajul volumului şi al tonului (potenţiometre „li-

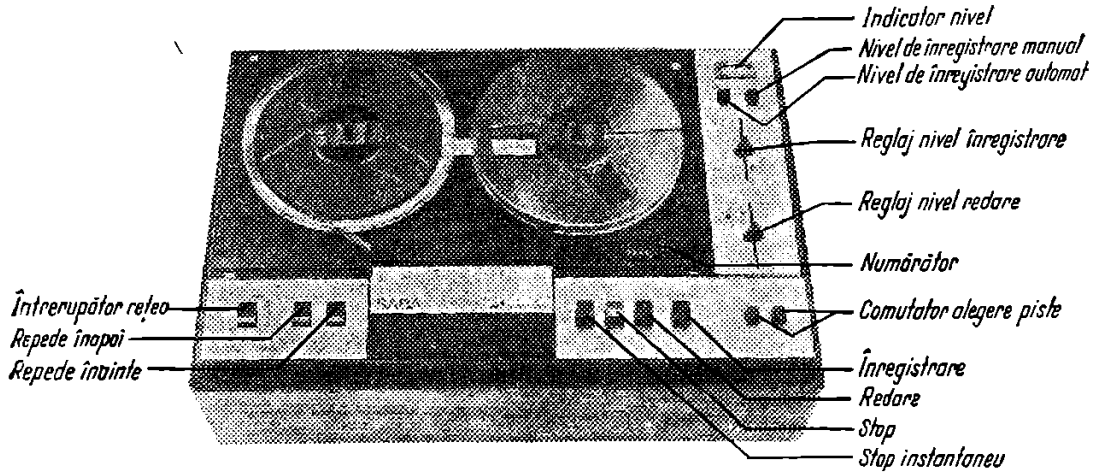


Figura 206 — Magnetofonul mono, fabricat de firma SABA, tip TG 40 automatic și organele de acționare și reglaj.

niare"). Reglajul de volum în regimul de înregistrare funcționează ca reglaj al nivelului de semnal.

Magnetofonul este echipat cu cap combinat și cap de ștergere, care se conectează la o schemă de amplificare combinată. Amplificatorul mono de putere este conectat atît în timpul înregistrării cît și al redării făcînd posibilă astfel ascultarea programului în ambele regimuri.

Al doilea model pe care-l prezentăm în cadrul acestei grupe este magnetofonul SG-520 „VARIOCORD" (figura 207), fabricat de firma UHER (R.F.G.). Acest tip are multe utilități, care pot fi exploatate în tehnica amatorilor. Mecanismul de antrenare este prevăzut cu motor sincron cu histerezis și cu transmisie prin fricțiune. Antrenarea benzii se poate face cu trei viteze: 4,76 cm/s, 9,53 cm/s și 19,05 cm/s. O particularitate este aceia că prin deșurubarea a două

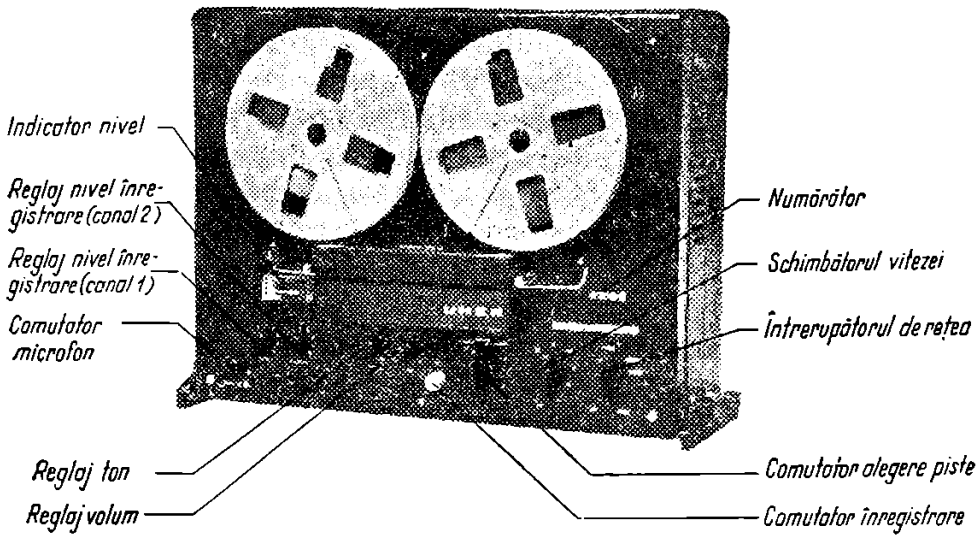


Figura 207 — Magnetofonul tip SG 520 — „VARIOCORD" produs al firmei UHER (R.F.G.) și organele de acționare.

șuruburi se poate ușor schimba capul cu două piste de cîte o pătrime, cu un cap cu două piste de cîte o jumătate stereo. În ambele cazuri capul combinat permite înregistrarea și redarea stereofonică.

Organele de acționare sînt prevăzute pentru principalele regimuri și moduri de lucru, nu există nici o utilitate suplimentară. Cu ajutorul unui adaptor exterior există posibilitatea sincronizării cu aspectomatul (diaproiectorul) sau cu aparatele de proiecție cinematografică.

• **Magnetofoane Hi-Fi cu role**

Chiar în cadrul acestei grupe de aparate, există o mare varietate calitativă. Unele tipuri realizează la limită prevederile deja prezentate ale standardului Hi-Fi DIN 45500, alte tipuri depășesc substanțial aceste prescripții. O caracteristică comună a tuturor acestor tipuri de magnetofoane este modul de lucru stereofonic.

Magnetofoanele Hi-Fi sînt prevăzute cu următoarele funcționalități generale:

— Stop — instantaneu
— Automat de oprire la capetele benzii
— Indicator al nivelului de înregistrare, cu instrument electromagnetic
— Ascultarea programului înregistrat în timpul înregistrării
— La sistemele cu trei capete regimul de monitor
— Posibilitatea de mixaj al programelor

Și următoarele funcționalități speciale:

— Posibilitatea de programare (cu microprocesor)
— Sincronizarea cu diaproiectorul și aparatul de proiecție cinematografică
— Ecou (la sistemele cu trei capete)
— Înregistrarea playback și multiplayback

Pentru exemplificare, la început prezentăm un magnetofon Hi-Fi de construcție mai simplă (figura 208). Magnetofonul Hi-Fi tip M 2000, fabricat de firma Telefunken, este utilizabil la înregistrări și redări stereofonice, în sistemul două piste de cîte un sfert, fiind prevăzut cu trei viteze: 19,05 cm/s, 9,53 cm/s și 4,76 cm/s. Nu conține amplificator final de putere, deci este un așa-numit: „tape-deck". Sistemul de antrenare este prevăzut cu un motor de curent alternativ asincron, iar transmisia se face prin curea. Schimbarea vitezelor se face prin trecerea curelei de transmisie, pe bucșa în trepte și pe volantul în trepte, la raportul de transmisie corespunzător.

Există posibilitatea ca cele două intrări stereo de audiofrecvență să poată fi mixate între ele. Unitatea capetelor conține un cap combinat și un cap de ștergere. Nivelul de înregistrare se poate regla manual fiind afișat de către două instrumente electromagnetice (canal *A* și canal *B*). Alegerea regimurilor și a modurilor de lucru se

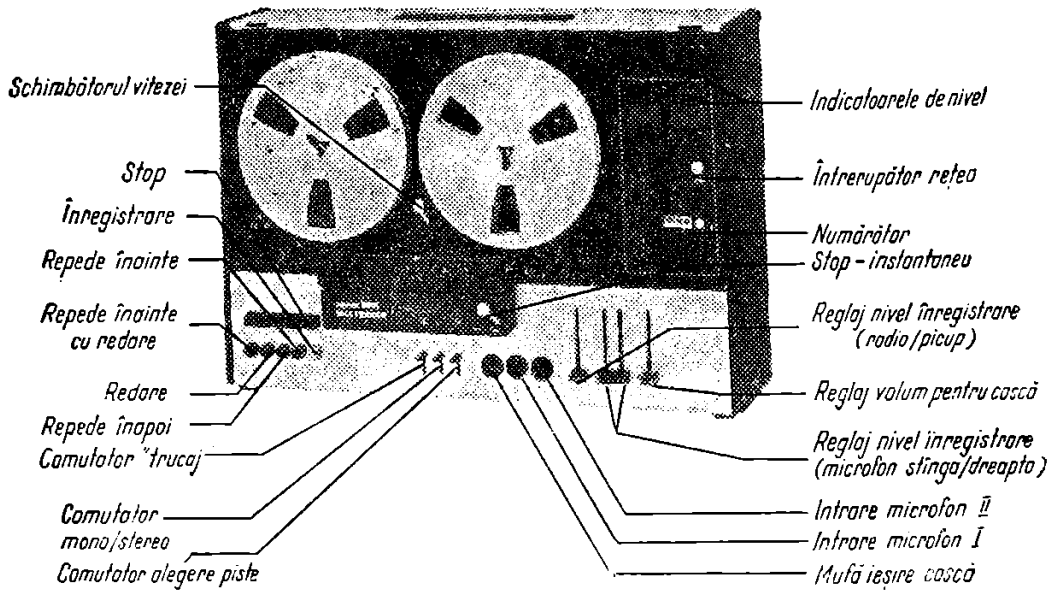


Figura 208 — Dispozitivele de reglaj ale magnetofonului Hi-Fi tip M 2000, produs al firmei Telefunken.

face cu ajutorul unor relee electromagnetice, care acționează o parte mecanic, iar altă parte electric, asupra subansamblelor magnetofonului. Comanda acestor relee se face prin întrerupătoare cu buton (taste), care sînt dispuse pe placa frontală.

Un magnetofon de mare performanță — semiprofesional, realizat de firma Teac, este prezentat în figura 209. Sistemul de înregistrare-redare stereofonic al benzii este: două piste de jumătate de lățime. Pot fi utilizate vitezele: 38,1 cm/s; 19,05 cm/s și 9,53 cm/s. Antrenarea benzii se face cu trei motoare, fluctuația vitezei de antrenare fiind deosebit de redusă. Schimbarea vitezei de antrenare se face prin modificarea turației motorului principal. Comanda unor funcții și moduri de lucru se face cu circuite electronice basculante, reducîndu-se astfel zgomotul ce însoțește elementele de comutare și acționare electromecanice.

Cele două canale stereo sînt prevăzute cu două amplificatoare de înregistrare și redare separate, nivelul de înregistrare se afișează cu două instrumente cu cadran mare.

Unitatea capetelor fiind formată din capul de înregistrare, capul de redare și capul de ștergere, separate, este posibilă funcționarea la înregistrare în regim de monitor. Nu sînt posibilități de a se realiza înregistrări cu diferite trucaje și efecte sonore.

- **Magnetofoane cu casete sistem Compact Cassette**

Magnetofoanele de dimensiuni mici cu casete sînt răspîndite în toată lumea și numeroase tipuri au intrat în categoria celor utilizate în tehnica amatoricească a sunetului. În cuprinsul acestei cărți nu este posibilă tratarea detailată a casetofoanelor, pentru aceasta

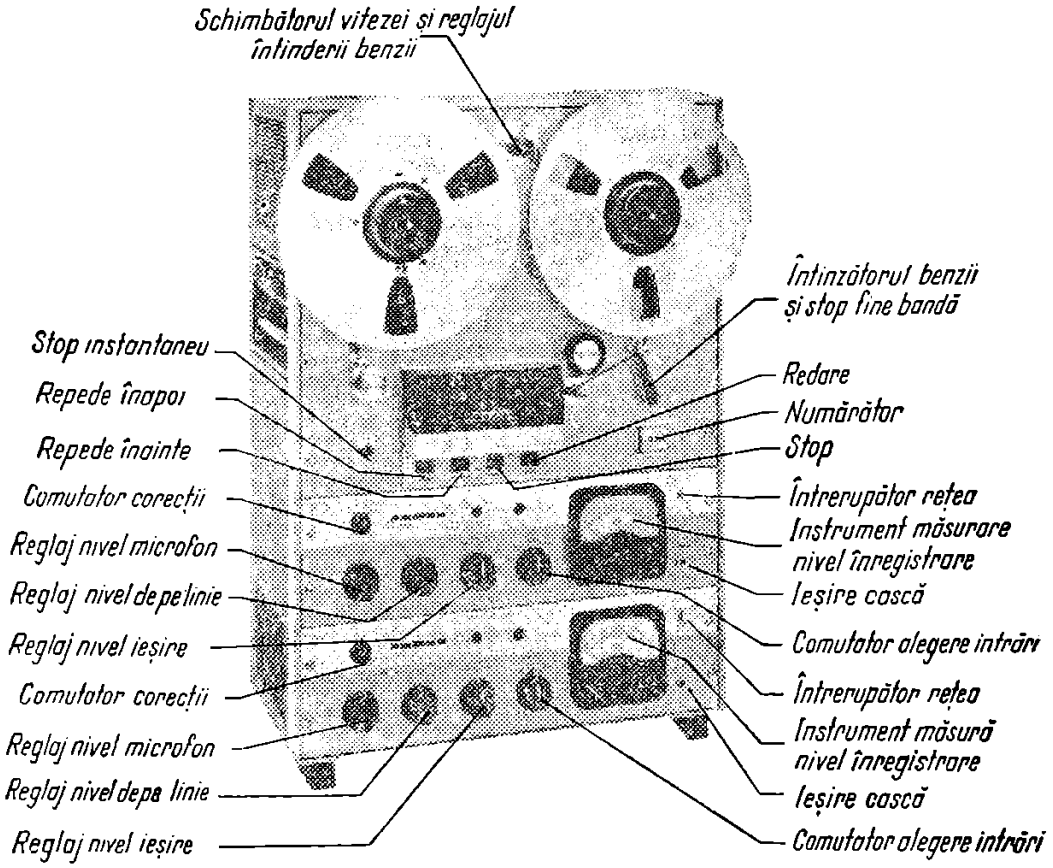


Figura 209 — Magnetofonul semiprofesional de fabricație Teac și dispozitivele de reglaj.

ar fi necesar un volum aparte (vezi: D. Csabai: Kazettás **magnók**, Műszaki Könyvkiadó, 1977)*.

În cele ce urmează vom prezenta succint informații cu privire la această categorie de magnetofoane, insistînd doar asupra unor tipuri mai semnificative.

Magnetofoane numai pentru redare. Sînt aparate ușoare, portabile, de regulă alimentate numai de la baterii, care pot fi utilizate numai le redarea casetelor deja înregistrate (vezi figura 210). Sistemul de antrenare este format dintr-un motor de curent continuu cu colector și volant cu curea de transmisie. Fiind utilizabil numai pentru redare, nu conține amplificator de înregistrare, oscilator de ștergere și respectiv cap de ștergere. Puterea de ieșire este de 200 . . . 600 mW, numai program mono.

Magnetofoane numai de redare pentru automobil. Aceste tipuri de aparate sînt de obicei instalate în bordul tehnic al automobilelor, sînt alimentate din bateria de acumulatori a vehiculului și conțin amplificatoare finale de putere. Din punct de vedere al sistemului

* D. Csabai: Magnetofoane cu casete, Editura Tehnică, 1977 — R. P. Ungaria.

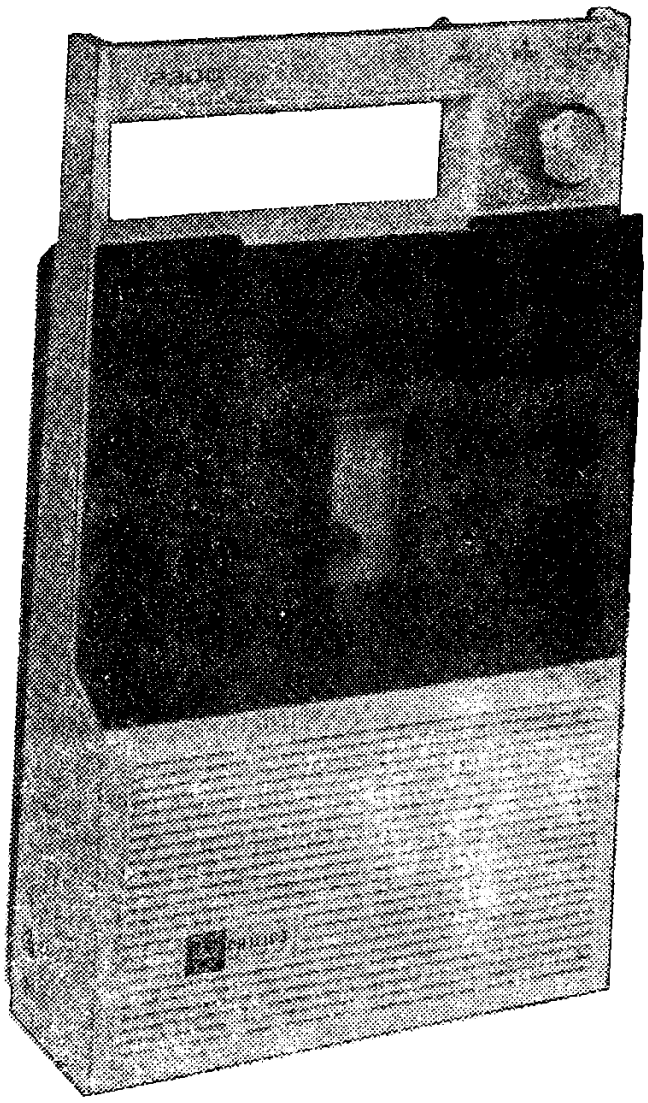


Figura 210 — Magnetofonul cu casete, numai pentru redare, fabricație Phillips.

de antrenare sînt de două feluri: cu comandă manuală și cu comandă automată.

Pe cînd, la aparatele cu comandă manuală pornirea se face prin acționarea comutatorului de pornire, la aparatele automate este suficientă introducerea casetei în lăcașul corespunzător și pornirea să se facă automat. La finele benzii deconectarea aparatului făcîndu-se de la sine.

La aparatele cu comandă manuală în afara regimului de redare, este prevăzută și comanda de antrenare rapidă înainte și înapoi. La aparatele cu comandă automată în afara regimului de redare este prevăzută numai comanda de antrenare rapidă înainte.

Antrenarea la ambele tipuri este asigurată de un motor electric de curent continuu cu transmisie prin curea.

Magnetofoane pentru înregistrare și redare — portabile. În afara utilizării sistemului Compact Cassette, mai au o caracteristică

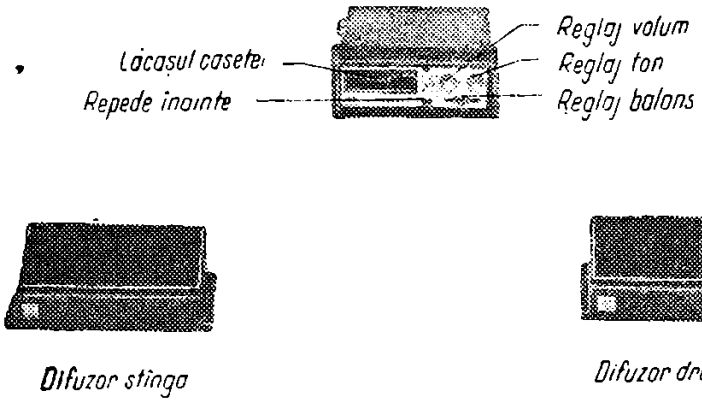


Figura 211 — Magnetofonul automat de fabricație Schaub — Lorenz cu casete pentru automobil și organele de acționare.

comună: aceea că sînt utilizabile la înregistrarea și redarea programelor, obținîndu-se performanțe calitative medii. Aceste aparate pot fi alimentate de la baterii sau de la rețea. De regulă, sînt destinate pentru programe monofonice. În unele tipuri mai recent fabricate se prevede încorporarea unui microfon cu electret, care permite înregistrarea benzii vocale. În general sînt prevăzute două mufe de intrare, una de nivel mic și una de nivel mare. Unele tipuri de aparate conțin un mic instrument electromagnetic, care indică nivelul de înregistrare, reglabil cu un potențiometru. La alte tipuri, nivelul optim de înregistrare se face cu un circuit de reglaj automat.

Sistemul de antrenare este prevăzut cu un motor de curent continuu și curea de transmisie, turația constantă este menținută cu circuite stabilizatoare tranzistorizate. Alimentarea se face de la baterii cu tensiunile de: 6 V; 7,5 V; sau 9 V. Puterea de audiofrecvență de ieșire este între 0,5 . . . 2 W.

Magnetofoane pentru înregistrare și redare, staționare. Aceste tipuri de aparate sînt alimentate de la rețea, nu sînt realizate în variantă portabilă, și sînt destinate pentru programe mono sau stereo. Caracteristicile calitative sînt mijlocii, nu ajung la performanțele condiționate de calitatea Hi-Fi. Caracteristicile de audiofrecvență

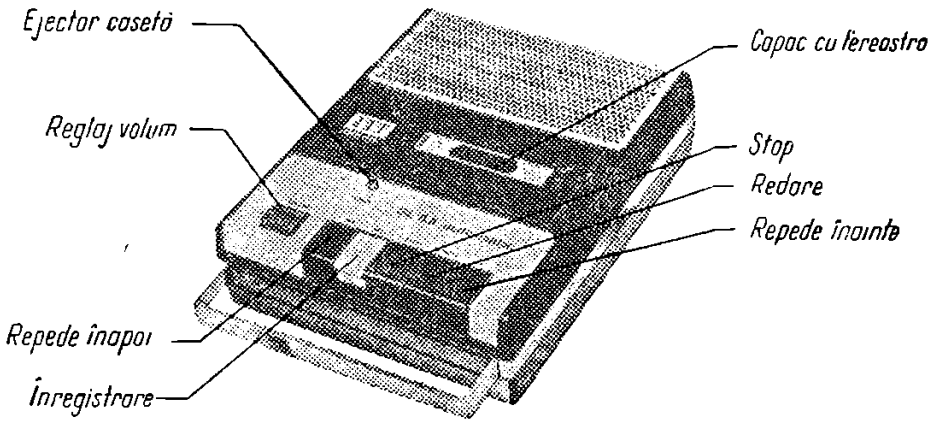


Figura 212 — Magnetofonul portabil cu casete, pentru redare și înregistrare produs de Schaub-Lorenz.

sînt mai bune decît la tipul aparatelor portabile, dar sînt mai slabe decît ale magnetofoanelor de calitate Hi-Fi. Sînt prevăzute mufe de intrare pentru toate tipurile de surse de program (microfon, picupuri, radio etc.). Sînt încorporate amplificatoare finale de putere, de ieşire cu o valoare cuprinsă între 2 . . . 5 W, la care se conectează incinte acustice (boxe) exterioare. Mecanismul de antrenare al benzii conţine un motor.

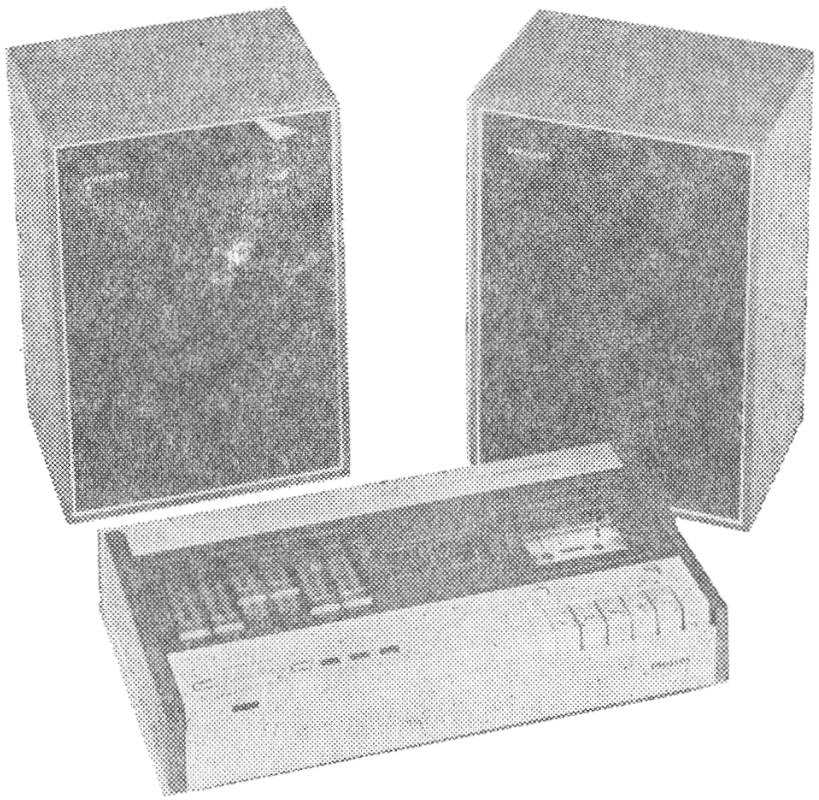


Figura 213 — Magnetofon cu casete staţionar, pentru redare şi înregistrare.

Magnetofoane Hi-Fi cu casetă. Aparatele moderne fabricate azi sînt în exclusivitate cu alimentare de la reţea. Excepţie fac magnetofoanele pentru scopuri de reportaje portabile, care se pot alimenta şi de la baterii.

Fluctuaţiile reduse ale vitezei de antrenare a benzii se realizează fie prin utilizarea mai multor motoare, sau a unui singur motor cu controlul automat al turaţiei. În unele tipuri de aparate lanţul de amplificare conţine şi etajele finale de putere, însă majoritatea tipurilor nu sînt prevăzute cu aceste etaje, adică sînt produse în varianta tape-deck Hi-Fi. În prezent toate magnetofoanele Hi-Fi cu casetă se produc numai pentru înregistrarea şi redarea stereofonică. Schemele de amplificare prezintă performanţe similare cu

cele din magnetofoanele Hi-Fi cu role. În plus sînt prevăzute circuite speciale pentru limitarea zgomotului, care compensează nivelul de zgomot mai ridicat datorită vitezei mici de deplasare a benzii.

Radiocasetofoane portabile

Sînt aparate, ce încorporează pe ele, lîngă un magnetofon cu casetă (casetofon) și un radioreceptor, destinat recepționării programelor mono sau stereo. Tipurile mai moderne sînt prevăzute și cu microfoane cu electret. Astfel, se pot efectua înregistrări atît cu microfonul, cît și din semnalul recepționat.

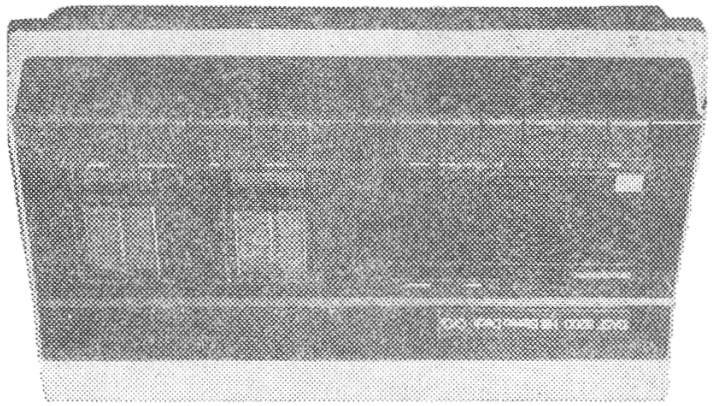


Figura 214 — Magnetofon cu casete Hi-Fi.

Alimentarea radiocasetofoanelor portabile se poate face de la baterii sau de la rețea. Mecanismul de antrenare al benzii este prevăzut cu un motor de curent continuu cu circuit de reglaj automat al turației. Caracteristicile calitative sînt mijlocii, dar la aparatele stereo sînt bune. Dintre aparatele stereo nivelul calitativ Hi-Fi este atins doar de cîteva tipuri mai deosebite. Puterea de ieșire, de audiofrecvență este 2 . . . 5 W, respectiv $2 \times 5 \ldots 8$ W, la aparatele stereo.

Caracteristici generale

În casetofoanele moderne sistem Compact Cassette, sînt prevăzute o serie de funcționalități aparte. Astfel, în cazul tipurilor mai simple există mecanismul stop-instantaneu și contor pentru bandă, eventual automat de oprire la finele benzii (stop automat). La tipurile cu performanțe medii, schema de amplificare conține și circuite de reglaj automat al nivelului semnalului de înregistrare. De asemenea sînt prevăzute circuitele de polarizare în cazul utilizării benzilor cu bioxid de crom (CrO_2), sau cu materialul magnetic combinat, așa-numit: ferocrom. Comutarea pe regimul de premagneti-

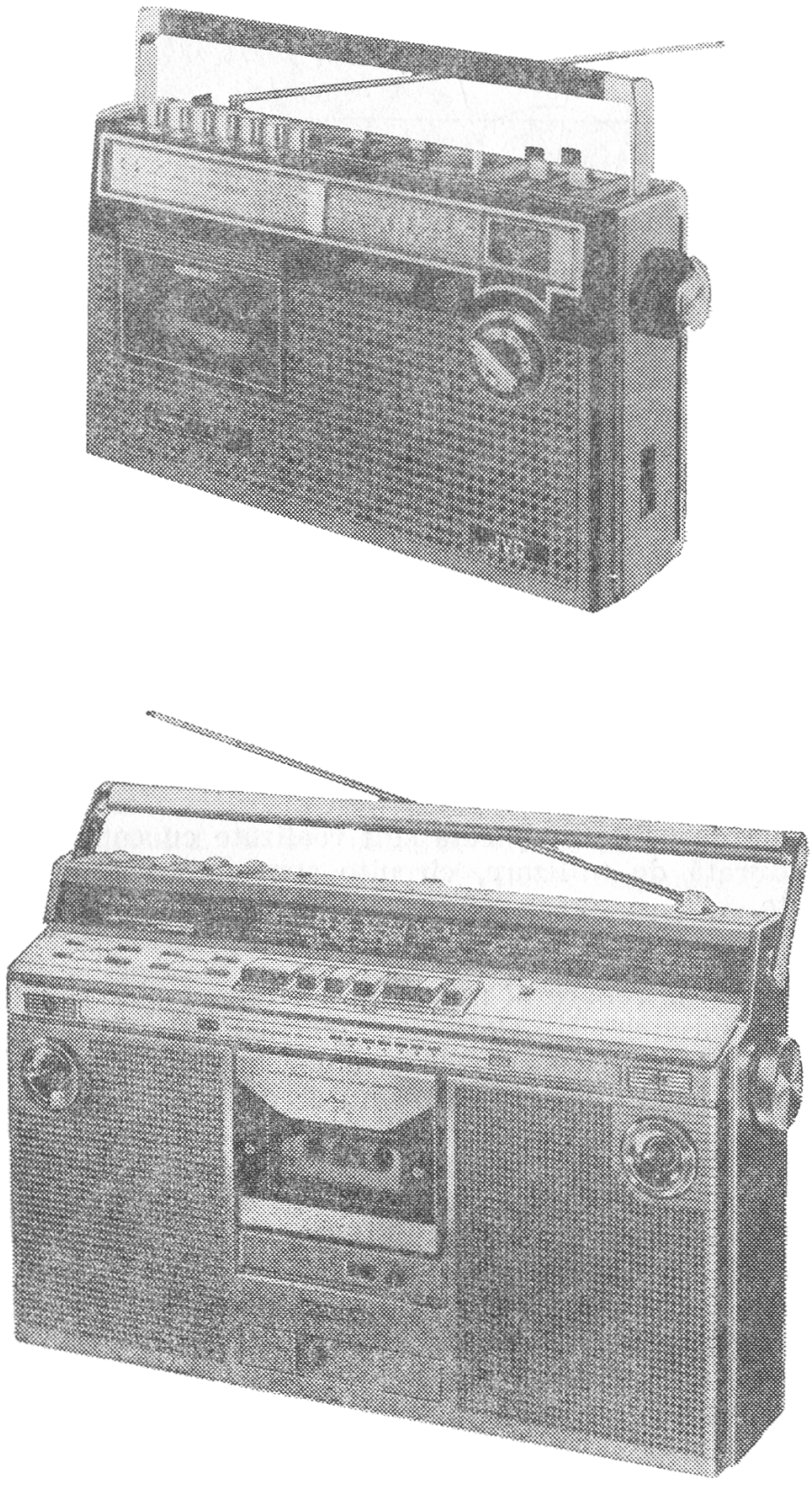


Figura 215 — *a*) Radiocasetofon mono; *b*) Radiocasetofon stereo.

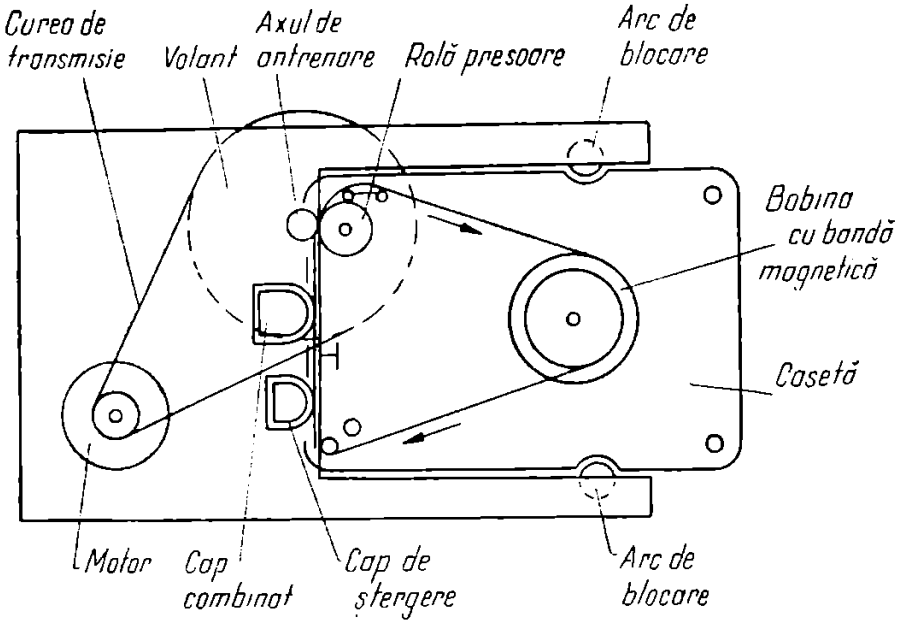


Figura 216 — Schiţa mecanismului de antrenare la sistemul Cartridge.

zare necesar se poate face manual, cu un comutator sau cu ajutorul unui mecanism acţionat de fereastra special practicată în partea posterioară a casetei.

Aparatele de calitate ridicată sînt realizate cu capete magnetice de lungă durată de utilizare, circuite speciale de limitare a zgomotului etc.

- **Magnetofoane sistem Cartridge**

Sistemul de antrenare al magnetofoanelor, ce sînt realizate pentru utilizarea casetelor tip Cartridge* (cartuş), este mult mai simplu decît al magnetofoanelor cu role şi chiar al celor cu sistem Compact Cassette. Simplitatea mecanismului de antrenare rezultă din principiul de funcţionare şi de realizare al casetei Cartridge. Totodată apar şi unele limitări tributare acestui sistem. Astfel, banda înfăşurată în două bobine suprapuse, se poate antrena numai cu viteza de înregistrare-redare. Există posibilitatea antrenării înainte mai rapide, de cca 5 ori viteza de înregistrare-redare. După cum se arată în schema de antrenare (figura 216) în sistemul Cartridge, nu există două platane cu două piese de antrenare, astfel nu mai sînt necesare rolele de fricţiune sau curelele de transmisie şi frînele corespunzătoare. Fixarea casetei în lăcaşul corespunzător, precum şi contactul dintre capete şi bandă se realizează deosebit de simplu.

* N.T. Caseta Cartridge — în literatura tehnică românească poartă denumirea de: cartuş.

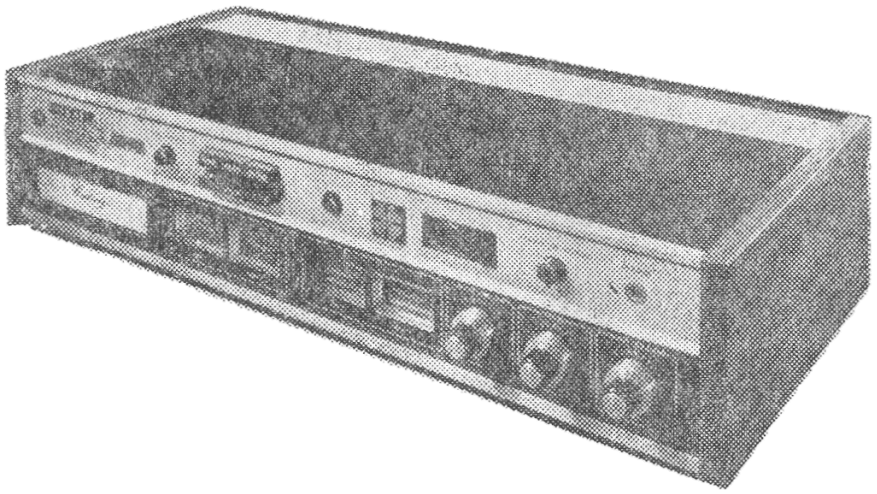


Figura 217 — Un tape — deck staționar alimentat de la rețea sistem Cartridge.

Rola presoare este o componentă a casetei, și prin împingerea înainte, aceasta se apasă pe axul de antrenare.

Sistemul de antrenare este alcătuit dintr-un motor de curent continuu, prevăzut cu circuite de reglaj a turației, care prin intermediul curelei de transmisie acționează volantul și axul de antrenare al benzii. Profilul curelei de transmisie este trapezoidal sau plat. Raportul de transmisie este astfel calculat, ca ținîndu-se seama de turația motorului, să se realizeze viteza de deplasare, unanim acceptată, de 9,53 cm/s. Alegerea diferitelor regimuri de lucru ale magnetofonului, adică: înregistrarea, redarea, stop, repede înainte, se face cu ajutorul cîtorva organe de acționare.

Magnetofoanele sistem Cartridge sînt produse în următoarele tipuri:

— Magnetofoane pentru automobile numai pentru redare

— Magnetofoane fără amplificator de putere, tape-deck (la rețea stereo)

— Magnetofoane cu etaje finale de putere (la rețea stereo sau cuadro)

— Radiocasetofoane.

În figura 217 prezentăm un tip tape-deck reprezentativ de magnetofon cu casete Cartridge.

2.3.5. ÎNTREȚINEREA ȘI EXPLOATAREA MAGNETOFOANELOR

Pentru întreținerea și exploatarea magnetofoanelor sînt necesare cunoștințe tehnice mai avansate, decît în cazul picupurilor sau al radioreceptoarelor. Aceasta se explică prin influența mai mare a

mecanismului de antrenare, și a sistemului de amplificare, mai complicate, asupra calității audiției.

Evident, caracteristicile calitative ale magnetofonului se vor păstra dacă se va utiliza manipula conform unor prescripții specifice. Totuși, sînt necesare prezentarea unor reguli generale de bază, precum și a unor funcțiuni caracteristice magnetofoanelor moderne.

1. Înainte de instalarea și punerea în funcțiune trebuie să fie citite instrucțiunile de utilizare și prezentare ale aparatului. Cu această ocazie se vor nota funcțiunile tuturor butoanelor (organelor de acționare) și a modului de manevrare ale acestora, eventual se vor traduce inscripțiile de pe bordul aparatului.

2. Fiecare buton sau organ de acționare se va manevra în sensul corespunzător. În timpul manevrării butoanelor, acestea nu se vor acționa forțat.

3. În afara organelor de acționare principale trebuie cunoscute și funcțiunile butoanelor de acționare speciale, în procesul înregistrării sau al redării. Butoanele de acționare speciale, cel mai des utilizate, precum și destinația lor, sînt prezentate în rîndurile următoare:

a) Ecoul. Caracteristic magnetofoanelor cu trei capete de înregistrare. Prin acționarea comutatorului inscripționat de regulă ECHO se realizează în timpul efectuării înregistrării o legătură (o reacție) între capul de redare și cel de înregistrare, iar cu ajutorul butonului de reglaj al nivelului de înregistrare se poate regla (mai mult sau mai puțin intens) efectul de ecou.

b) Playback. Mod de lucru în cazul magnetofoanelor cu capete speciale de patru piste de un sfert, la care se poate reînregistra sincron programul de pe pista, deja înregistrată, pe pista ce se înregistrează. Se poate realiza astfel, ca și-n cazul tehnicii de studio playback, o selectare pe etape în realizarea programului ce se înregistrează pe bandă.

c) Multiplayback. Mod de lucru, în cazul magnetofoanelor cu capete speciale de patru piste de un sfert, mono sau stereo, la care se poate efectua o mixare (o suprapunere) a programului dintr-un canal, prin pista de redare, pe pista de înregistrare.

d) DNL (Dinamic Noise Limiter*). Există magnefoane prevăzute cu circuite de limitare dinamică a zgomotului, care acționează în special în domeniul frecvențelor înalte (8 . . . 10 KHz), care fac posibilă eliminarea fîșiitului caracteristic benzii magnetice. Principiul de funcționare constă în limitarea (înlăturarea) din semnalul de re-

* Limitator dinamic de zgomot.

dare a componentelor de înaltă frecvență cu nivel mic, fără ca cele de nivel ridicat să fie afectate. Circuitul DNL acționează numai la redare, astfel se va diminua zgomotul în cazul redării oricărei benzi înregistrate.

e) Dolby. Este un sistem de reducere a zgomotului (tot în domeniul frecvențelor înalte) compatibil la înregistrare și la redare. Principiul sistemului constă într-o preaccentuare la înregistrare a componentelor de înaltă frecvență, cu nivel mic, urmînd ca la redare să se procedeze la o deaccentuare ale acestor componente. Se obține astfel o micșorare a zgomotului, deci o mărire a dinamicii. La magnetofoanele prevăzute cu acest sistem, în poziția DOLBY ON se conectează sistemul atît la înregistrare cît și la redare. Invers, în poziția DOLBY OUT acesta este scos din circuitele amplificatoarelor de înregistrare, respectiv de redare. Este de la sine înțeles că reducerea zgomotului se obține numai în cazul benzilor magnetice înregistrate cu sistemul Dolby.

f) Memory*. În general, este un circuit de pornire-oprire automată, programată, a magnetofonului. Cele mai sofisticate circuite conțin microprocesor. Cu asemenea circuite se poate realiza programarea regimului de înregistrare sau redare pe o durată mai îndelungată, de ordinul zilelor.

g) REC CALIBRATION. În cazul magnetofoanelor Hi-Fi cu performanțe ridicate, există posibilitatea etalonării nivelului curentului de premagnetizare înainte de efectuarea înregistrării, în funcție de caracteristicile electrice ale benzii magnetice. Prin acționarea butonului (clapei) respective, se conectează un oscilator, care generează un semnal de etalonare, care se înregistrează pe bandă și este afișat cu instrumentul nivelului de înregistrare, iar cu ajutorul unui potențiometru se reglează curentul de premagnetizare optim.

h) Comutatorul Monitor. Cu ajutorul căruia, la magnetofonul cu trei capete, se face posibilă verificarea calității programului în timpul efectuării înregistrării.

O atenție deosebită trebuie să o acordăm păstrării în stare de curățenie a ghidajelor benzii și a suprafeței capetelor, atît la magnetofoanele cu role cît și la cele cu casete. Urmînd apoi verificarea, curățirea și ungerea periodică a mecanismelor de antrenare. Întreținerea părții electronice, practic nu este necesară, decît în cazul apariției unor contacte imperfecte la comutare sau a unor defecte.

Curățirea pistei benzii magnetice și a capetelor magnetice se face prin ștergerea prafului și îndepărtarea depunerilor. În cazul că

---

* Memory — Memorie.

această operațiune nu este suficientă se va utiliza o soluție de spălare. Această soluție este 75% alcool, iar mai recent sînt produse spray-uri anume destinate acestui scop. Curățirea propriu-zisă se va face cu materiale textile, care nu lasă scame, utilizîndu-se pensetă numai din alamă sau mase plastice. Se interzice utilizarea sculelor din materiale feromagnetice, deoarece acestea pot magnetiza accidental piesele capetelor sau ghidajele benzii.

Magnetizarea remanentă a capetelor apare, cu toate măsurile de precauțiune luate, în timpul utilizării lor mai îndelungate. Magnetizare ce depinde de materialul din care este realizat miezul magnetic al capului. Astfel, magnetizarea capetelor cu miezul din materiale magnetice moi, cum ar fi permalloy-ul, din cauza proprietăților magnetice ale acestora, se face după un timp mai îndelungat. În cazul magnetofoanelor de construcție mai simplă, la mărirea magnetizării remanente mai contribuie și componentele curenților de repaus ce parcurg spirele înfășurării capetelor. În majoritatea cazurilor, demagnetizarea acestor capete se obține în urma apariției, la conectarea în lucru a aparatului, a unor impulsuri de curent ce străbat spirele capului și prin fenomenul de autoinducție, se produce anularea magnetizării remanente (autodemagnetizația). Uneori apariția magnetizării mai pronunțate a capului se produce după un timp atît de lung încît coincide cu apariția uzurii pronunțate a capului, situație ce implică din acest motiv schimbarea lui.

Cu totul altfel se pune problema, însă, în cazul capetelor realizate din materiale magnetice dure, cu remanență mare — la care nu se mai produce autodemagnetizația (ca la capetele din materiale magnetice moi). Asemenea capete sînt cele de tipul GX, HPF, în general capetele din ferită; și mai recent capetele din permalloy dur, material numit RECOVAC. În cazul acestor tipuri, după aproximativ 100 ore de lucru apare necesitatea demagnetizării lor.

Demagnetizarea capetelor se poate efectua cu două feluri de dispozitive, care sînt alimentate de la rețea.

Primul tip de dispozitiv se numește demagnetizator „monopolar", iar cel de al doilea tip demagnetizator cu „poli alternativi". Deoarece în comerțul autohton nu se găsesc asemenea dispozitive, acestea trebuiesc realizate de către amatori. În acest scop, în figura 218 se prezintă detaliile constructive ale celor două tipuri de dispozitive.

Operațiunea de demagnetizare se face în două moduri corespunzătoare celor două tipuri de dispozitive de demagnetizare.

Demagnetizatorul „monopolar" este o tijă din fier moale, care la un capăt este introdusă într-o bobină. Cînd spirele bobinei sînt parcurse de curent la capetele tijei apare un cîmp magnetic cu polul

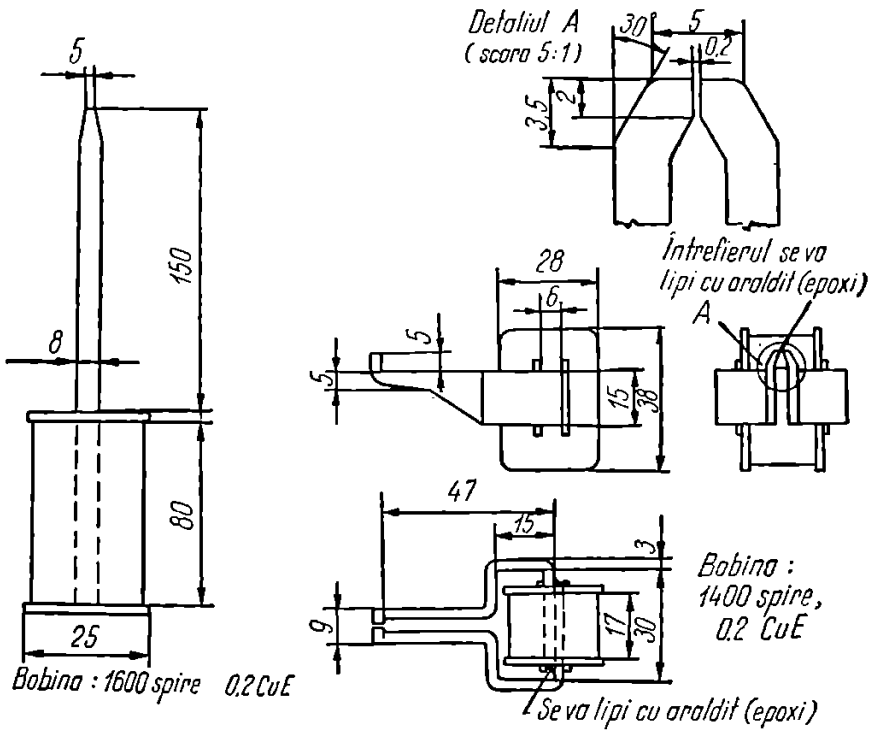


Figura 218 — Schița dispozitivului de demagnetizare: *a*) demagnetizor „monopolar"; *b*) demagnetizorul cu „poli alternativi".

Nord la un capăt și cu polul Sud la celălalt, alternativ, cu frecvența de 50 Hz a rețelei. Intensitatea cîmpului magnetic variabil este suficientă pentru efectuarea demagnetizării capetelor magnetice. În cazul utilizării demagnetizatorului „monopolar", mai întîi deconectăm magnetofonul de la rețea și se deslipește o conexiune de la capul supus demagnetizării, aceasta pentru a preîntîmpina apariția unor inducții nedorite în spirele bobinei acestuia. După aceea se așază în fața suprafeței active a capului o folie subțire de material plastic, necesară pentru evitarea contactului galvanic (și mecanic) dintre „oglinda" capului și vîrful demagnetizatorului. Cu demagnetizatorul, conectat la rețea, se procedează la efectuarea unei mișcări după o spirală de apropiere a vîrfului acestuia de suprafața capului, apoi cu o mișcare de aceeași formă și sens se îndepărtează vîrful. Cu ocazia demagnetizării, se recomandă ca operațiunea descrisă să se efectueze numai o singură dată.

Demagnetizatorul „monopolar" devine practic inutilizabil în cazul blocurilor cu mai multe capete magnetice, realizate într-o construcție mai înghesuită. În asemenea cazuri este indicată utilizarea demagnetizatorului cu „poli alternativi". Acesta este format dintr-o bobină ce se alimentează de la rețea și un circuit magnetic din fier

moale sub formă de „U“ terminată cu două piese polare (figura 218 b).

În momentul conectării bobinei la rețea în dreptul celor două piese polare (în interfierul de 0,2 mm) apare un cîmp magnetic alternativ cu frecvența de 50 Hz. Cu acest dispozitiv este suficientă deplasarea pieselor polare în plan vertical la o distanță de 0,5...1 mm în fața capului magnetic, supus demagnetizării.

Operațiunea trebuie făcută cu mare atenție, în scopul de a se evita atingerea suprafeței capului cu piesele dispozitivului.

Periodicitatea întreținerii mecanismului de antrenare, a schimbării curelelor de transmisie, etc. depinde de gradul și condițiile de exploatare a magnetofonului, și va fi stabilită de la caz la caz.

2.4. INSTALAȚII DE AMPLIFICARE

Pînă acum, în capitolul 1.2, am prezentat detaliat destinația, schemele și particularitățile unor etaje amplificatoare de audiofrecvență. În tehnica sunetului, însă, este important modul de alcătuire, cu asemenea etape, a întregului lanț de amplificare — instalația de amplificare — care în definitiv va determina calitatea semnalelor de audiofrecvență transmise.

Odată cu avîntul dezvoltării tehnicii Hi-Fi, a apărut pe prim plan calitatea amplificatoarelor de audiofrecvență și s-au stabilit condiții calitative pentru acestea.

2.4.1. SCHEMA INSTALAȚIEI DE AMPLIFICARE

Instalația completă de amplificare are rol dublu. Pe de o parte este adaptată la intrare cu diferitele surse de semnale, facilitîndu-se primirea diferitelor nivele ale semnalelor, asigură prelucrarea corespunzătoare a semnalului, amplifică la nivelul de putere necesar semnalele de la intrare, apoi atacă (alimentează) traductorul electroacustic-difuzorul, avînd caracteristicile de ieșire adaptate la impedanța acestuia.

Ansamblul etajelor preamplificatoare amplifică semnalele primite de la sursele de semnal. Impedanța de intrare a preamplificatoarelor este adaptată la impedanțele surselor de semnal. Sensibilitatea etajelor este corespunzătoare nivelului primit, este deci mare la intrările de microfon și picup cu doză magnetică.

Amplificatoarele de tensiune (de nivel ridicat) în majoritatea instalațiilor de amplificare îndeplinesc multiple funcțiuni. Pe de o parte amplifică semnalele primite de la ieșirea preamplificatoarelor și apoi să le aplice la intrarea amplificatoarelor de putere. În afara acestei funcțiuni principale, aceste etaje sînt prevăzute cu reglaje de tonalitate, cu reglajele de volum, balans și eventualele circuite de limitare a zgomotului.

Amplificatorul de putere este format în principiu din două etaje: etajul de atac (pilot) și etajul final (de ieșire). Acest amplificator nu conține elemente de reglaj manual, ce pot influența semnalul. Ieșirea etajului final are impedanța adaptată la impedanța difuzoarelor, care constituie sarcina acestuia. În cazul etajelor finale, la care prin conectarea mufei căștilor acustice, se deconectează difuzoarele, surplusul de putere debitată se dirijează pe sarcini artificiale.

După ce am aruncat o privire asupra schemei instalației de amplificare, este util să prezentăm cîte ceva și despre destinația unor etaje din lanțul de amplificare. Semnalele provenite de la diferitele surse nu sînt întotdeauna corectate în ce privește caracteristica de frecvență. În special, este cazul semnalelor provenite de la ieșirea picupurilor, care trebuie corectate în preamplificatorul de picup. Corecția se face cu ajutorul circuitelor de corecție cu elemente de circuit fixe. Semnalele provenite de la magnetofoane sînt în principiu corectate (caracteristică liniară) astfel, nu sînt necesare inserția unor circuite corectoare speciale. Ceea ce ar fi necesar să fie corectat, adică ridicarea frecvențelor înalte, în cazul înregistrărilor „sărace" în aceste frecvențe, nu se poate efectua fără alterarea programului prin mărirea pronunțată a zgomotului (fîșiitului).

Unele etaje din preamplificatoare sînt prevăzute cu posibilitatea de a amplifica și prelucra semnale special codificate. Este cazul decodificării discurilor înregistrate cuadrofonic, care s-au extins foarte mult în ultimii ani. Transmisiunile stereo și cuadro în banda UUS sînt decodificate în etajele specializate ale radioreceptorului. În numeroase cazuri circuitele de intrare cu preamplificatoare sînt astfel realizate încît se pot realiza mixaje între programele ce sînt aplicate la diferitele intrări. De asemenea sînt cazuri cînd cu ajutorul unor etaje suplimentare, semnalele sînt supuse unor prelucrări speciale în scopul de a se obține unele efecte sonore.

Din cauza deosebirilor compoziției diferitelor programe și a diferitelor condiții în care se efectuează audiția, sînt necesare utilizarea reglajelor de tonalitate. În general, în instalațiile de amplificare sînt

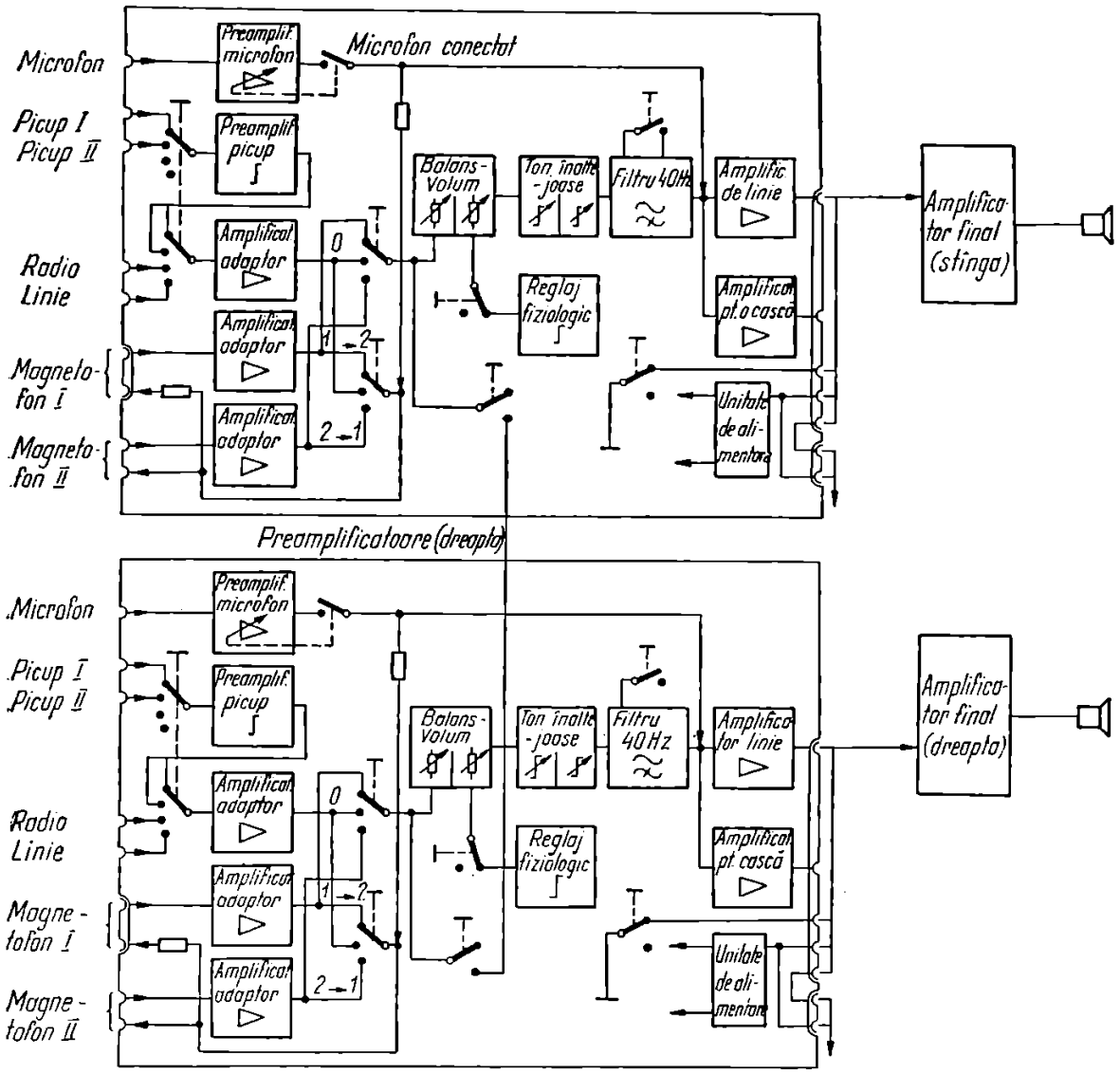


Figura 219 — Schema bloc a unei instalații complete de amplificare stereo.

prevăzute reglaje de ton în domeniul frecvențelor joase și înalte. În amplificatoare cu destinație specială, însă, se prevăd reglaje ale caracteristicii de frecvență în toată banda audio, putîndu-se obține astfel schimbarea integrală a audiției. Domeniul de reglaj ale acestor corectoare este cuprins între $\pm 12 \ldots 24$ dB.

Intensitatea sonoră și nivelul puterii de ieșire se stabilește la valoarea necesară cu ajutorul elementelor de reglaj al volumului, dispuse în schemele amplificatoarelor de tensiune. În cazul amplificatoarelor stereo sau cuadrofonice mai sînt necesare reglajul de balans, adică de echilibrare a audiției din cele două canale; respectiv de balans spațial sau reglajul nivelului în cele patru canale. Sco-

pul acestor reglaje este de a se obține localizarea spațială a surselor sonore ce au fost transmise, adică de a se realiza o „imagine" sonoră cît mai fidelă (a sursei de program).

În amplificatoarele de construcție mai simplă, reglajul volumului se realizează cu potențiometrii logaritmici, pe cînd la cele de înaltă performanță se utilizează atenuatoare corectate, care reglează nivelul audiției ținînd seama de curba de sensibilitate funcție de frecvență a urechii — așa numitul reglaj fiziologic al volumului.

Destinația etajelor finale este de a realiza nivelul de putere de ieșire necesar. Această putere este aplicată difuzoarelor sau căștilor făcînd posibilă astfel realizarea audiției. Dezavantajul amplificatoarelor de putere mică constă în faptul că la puterile mai mari (sau la vîrfuri de putere) apar distorsiuni mari. În cazul amplificatoarelor de putere mare, pericolul apariției distorsiunilor este redus, în schimb raportul semnal-zgomot poate să fie mai mic. Apare deci necesară realizarea unui compromis: pentru fiecare loc, unde se face audiția se va alege amplificatorul de putere optimă, cu condiția să nu utilizăm decît maximum trei sferturi (75%) din puterea nominală a amplificatorului.

2.4.2. TIPURI DE AMPLIFICATOARE

Instalațiile de amplificare utilizate în tehnica amatoricească a sunetului se pot clasifica după numărul de canale pe care le conțin. După acest criteriu avem:

— instalații de amplificare mono (cu un canal)
— instalații de amplificare stereo (cu două canale)
— instalații de amplificare cuadro (cu patru canale)

Această clasificare nu se referă la puterea de ieșire a etajelor finale, care poate fi diferită de la caz la caz. Se poate afirma fără nici o remușcare că în prezent în scopuri Hi-Fi, chiar amatoricești, amplificatoarele mono nu se mai utilizează. Acestea sînt utilizate practic în scopul transmiterii informațiilor prin radioficarea și sonorizarea unor instituții (case de odihnă, școli, internate, case de cultură) și a spațiilor deschise (locuri de agrement, terenuri de sport, stadioane).

În sălile mai mari și în locurile de ascultare a muzicii de către amatori, conform practicii curente se folosesc amplificatoarele stereo. Deși, în prezent întîlnim destul de rar sonorizarea cuadrofonică, aceasta nu va întîrzia să se extindă în viitorul apropiat.

• **Amplificatoare mono**

Instalațiile de amplificare mono produse în prezent au puterea de ieșire cuprinsă între 20 . . . 200 W, de la tip la tip. Amplificatoarele cu puterile între 20 . . . 100 W sînt majoritatea tranzistorizate, iar cele cu puteri între 100 . . . 200 W sînt cu tuburi electronice. Există însă tipuri și de 200 W tranzistorizate.

În general, amplificatoarele de putere mică și medie sînt prevăzute cu posibilitatea de a fi atacate și cu semnale de nivel scăzut, adică conțin și preamplificatoare. La aceste amplificatoare există la intrare mufe pentru microfon, picup cu doză magnetică și alte intrări de nivel mic. În general există următoarele mufe de intrare:

— Microfon
— Picup cu doză magnetică
— Picup cu doză cu cristal
— Magnetofon
— Radio

Cu ajutorul unui comutator se alege intrarea care se va conecta la intrarea amplificatorului. De regulă, nu există posibilitatea de a se efectua mixaj.

Amplificatoarele de mare putere (80 . . . 200 W), mono conform prescripțiunilor standardului DIN, au intrarea de nivel mare (1,55 V/ 600 Ohm). La aceste amplificatoare se pot atașa preamplificatoare sau etaje de mixaj la intrarea cărora se conectează diferitele surse de semnal.

La amplificatoarele de putere mică și medie, în afara reglajului de volum, claviatura pentru alegerea sursei de semnal, există și eventual sistem limitator de zgomot.

La tipurile mai pretențioase sînt prevăzute instrumente electromagnetice (Deprez), indicatoare ale puterii de ieșire.

Amplificatoarele de putere mare au doar reglajul de volum și (eventual) instrumentul indicator al nivelului puterii de ieșire. Este

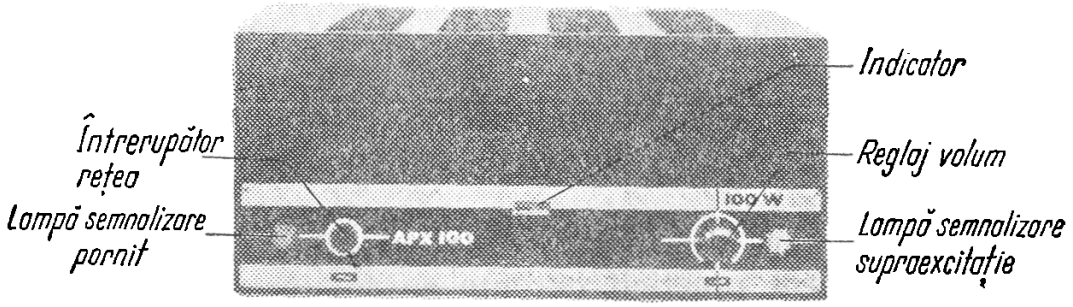


Figura 220 — Un amplificator mono cu performanțe ridicate și organele de reglaj.

deosebit de important să precizăm că la puteri mari de ieşire, tensiunea de audiofrecvenţă de la bornele difuzorului poate să devină periculoasă ($U > 24$ V); deci se va acorda o mare atenţie securităţii muncii persoanelor operator.

- **Amplificatoare stereo**

Amplificatoarele stereo, fabricate în prezent au puterile cuprinse între $2 \times 10 \ldots 250$ W. Cel mai des se întîlnesc aparate cu puterile de ieşire de $2 \times 10 \ldots 50$ W, care pentru scopuri amatoriceşti, chiar în cazul utilizării în locuinţe individuale, sînt arhisuficiente.

Indiferent de tipul amplificatoarelor stereo, acestea sînt prevăzute la intrare cu preamplificatoare, deci pot amplifica direct sursele de semnal de nivel mic. Există deosebiri între tipuri, în sensul că unele au preamplificatoare pentru perechea de microfoane stereo, iar altele au preamplificatoare numai pentru doza magnetică stereo.

De regulă, mufele de intrare sînt pentru:

— Picup stereo cu doză magnetică
— Picup stereo cu doză cu cristal
— Magnetofon stereo
— Tuner FM stereo

În mufa de intrare pentru magnetofon se găsesc şi contacte de ieşire, care permit efectuarea înregistrărilor diferitelor surse de semnal pe banda magnetică. Această ieşire de tensiune este luată după preamplificatorul de picup cu doză magnetică (sau de la microfon), înaintea amplificatorului de tensiune, deci semnalul ce se înregistrează nu va fi influenţat de elementele de reglaj (volum şi ton) ale amplificatorului.

Sînt cazuri, la amplificatoarele de construcţie mai pretenţioasă, cînd este prevăzut şi un comutator de monitor, care facilitează, în cazul magnetofoanelor cu trei capete, ascultarea prin amplificator a programului ce se înregistrează pe banda magnetică, controlîndu-se astfel calitatea înregistrării.

În instalaţiile de amplificare stereo, înafara reglajelor obişnuite de volum şi de ton, mai există reglajul de balans, comutatorul pen-

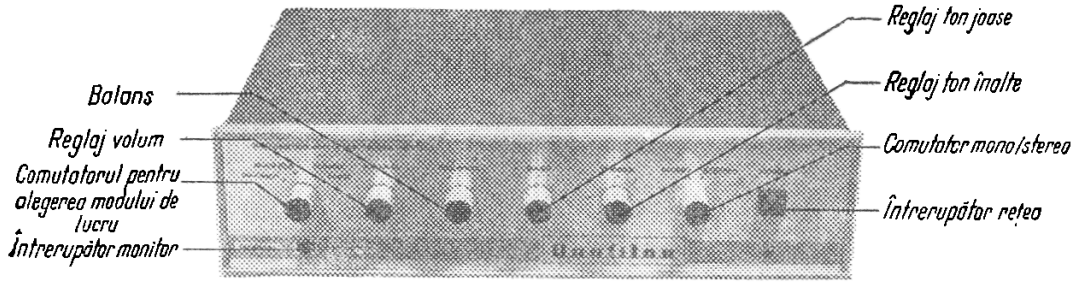


Figura 221 — Organele de reglaj ale unui amplificator stereo.

tru limitatorul de zgomot, eventual comutatorul pentru tăierea (diminuarea) frecvențelor foarte joase. Ultimele două reglaje fiind necesare în cazul reproducerii discurilor mai vechi. La bornele (mufele de ieșire) de difuzor, în cazul amplificatoarelor de mare putere, în timpul funcționării; tensiunea de audiofrecvență poate să devină tensiune periculoasă; se impune respectarea normelor de securitate pentru a se evita electrocutarea.

- **Amplificatoare cuadrofonice**

Amplificatoarele cuadro au rolul de a decodifica și amplifica programele cuadrofonice, special elaborate.

În prezent, aceste amplificatoare sînt realizate principial în analogie cu amplificatoarele stereo. În practică, cuadrofonia se realizează prin transmisiunile cuadrofonice în banda UUS și cu discurile cudrofonice, înregistrate codificat cu patru canale, sau înregistrate în sistem matricial ce conține informația celor patru canale. Se cere, la instalația de ascultare (sonorizare), deci la amplificatorul cuadro, introducerea în schema acestuia a circuitelor de decodificare a informației cuadrofonice. În cazul programelor cuadrofonice radiodifuzate, decodificarea se face în circuitele specializate ale radioreceptorului. Pentru redarea discurilor cuadrofonice, amplificatorul cuadro este prevăzut cu circuite decodificatoare.

Amplificatoarele cuadro fabricate în prezent, au de regulă următoarele intrări:

— Picup cu doză cuadro
— Tuner MF — cuadro
— Magnetofon — cuadro

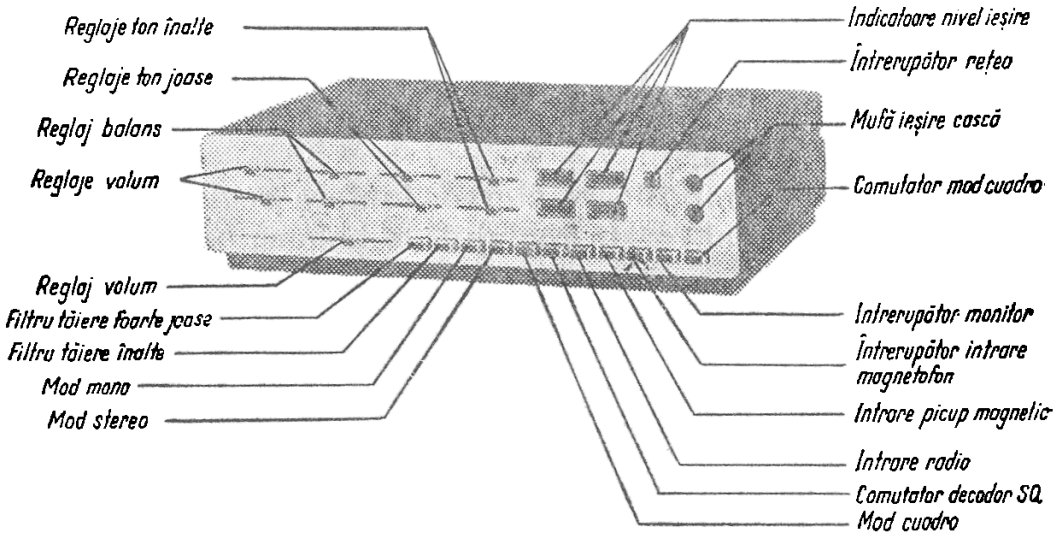


Figura 222 — Instalația de amplificare cuadro și organele de reglaj.

În figura 222 se prezintă un amplificator cuadro, care în afara surselor de semnale cuadrofonice, poate amplifica și semnale stereofonice. Nivelul puterii de ieșire pe fiecare dintre cele patru canale, este afișat de către patru instrumente electromagnetice montate pe panoul frontal al amplificatorului. Aranjamentul reglajelor este: volum, balans, tonuri înalte și tonuri joase pe canalele față, și similar pe canalele spate. La acest amplificator nu există reglajul de balans spațial.

În afara celor patru mufe de ieșire pentru difuzoare, corespunzătoare celor patru canale, se poate conecta și cască acustică cuadrofonică. Unitatea decodificatoare sistem SQ permite redarea și amplificarea discurilor cuadrofonice.

2.4.3. EXPLOATAREA ȘI ÎNTREȚINEREA AMPLIFICATOARELOR

Utilizarea, respectiv exploatarea amplificatoarelor începe prin efectuarea conectării surselor de semnal corespunzătoare. Dacă instalația de amplificare este de calitate corespunzătoare și conectoarele (mufele) de intrare și de ieșire sînt normalizate, atunci calitatea întregii instalații de sonorizare va depinde de starea și calitatea cablelor de legătură de audiofrecvență. Printre altele, utilizarea și întreținerea amplificatoarelor nu presupun cunoștințe tehnice de specialitate deosebite.

Înainte de punerea în funcție a instalației de amplificare trebuie să efectuăm următoarele operațiuni:

a) Nu vom conecta la rețea instalația de amplificare pînă cînd nu am conectat difuzoarele la mufele de ieșire. Se va verifica lipsa scurtcircuitelor în conectoarele difuzoarelor, conectoare ce trebuie să fie normalizate și să se potrivească cu mufele de ieșire ale amplificatorului. Această verificare este necesară și la capătul cablului de legătură cu difuzorul.

b) Difuzoarele ce se conectează la ieșirea instalației de amplificare trebuie să fie în perfectă stare de funcționare, și să aibe impedanța egală cu impedanța de ieșire, pentru a fi realizată adaptarea. Puterea difuzorului trebuie să fie mai mare sau cel puțin egală cu puterea de ieșire muzicală a amplificatorului.

c) În cazul amplificatoarelor stereo sau cuadro, o atenție deosebită o vom acorda conectării difuzoarelor cu polaritățile corespunzătoare. Nu se admit conexiuni improvizate, ci numai cele cositorite.

d) Pentru realizarea interconectării între amplificator și diferitele aparate (surse de program) vom utiliza numai cable ecranate cu următoarele lungimi, pentru:

— picup cu doză cu cristal sau ceramică 1,5 . . . 2 m, sau mai scurt.

— picup cu doză magnetică sau dinamică 1 . . . 1,5 m, sau mai scurt.

— picupuri prevăzute cu preamplificator (încorporat), indiferent de impedanța de ieșire 2 . . . 5 m, sau mai scurt.

— microfoane cu impedanță mare de ieșire 1,5 . . . 2 m, sau mai scurt.

— microfoane cu impedanță mică, eventual cu transformator de impedanță 1,5 . . . 10 m, sau mai scurt.

— magnetofoane, de la ieșire de tensiune 1,5 . . . 3 m, sau mai scurt.

— radioreceptoare, de la ieșirea de tensiune 1,2 . . . 2 m, sau mai scurt.

Cablele ecranate vor fi prevăzute cu mufe standardizate corespunzătoare, conexiunile făcîndu-se numai prin cositorire.

La oricare dintre intrări se va aplica numai semnale cu nivelele nominale admisibile. Conectarea accidentală a semnalelor cu nivel ridicat la intrări de nivel mic duce la defectarea etajelor de intrare respective.

Capitolul 3

Purtătorii de sunet

Principalele mijloace pentru înregistrarea și păstrarea sunetului, utilizate în tehnica sunetului sînt discurile și benzile de magnetofon. Discurile sînt realizate prin presare, obținîndu-se astfel o multiplicare a programului înregistrat în studiouri specializate. Redarea discurilor putîndu-se face oricînd cu ajutorul picupului. De obicei, benzile de magnetofon sînt neînregistrate, fiind astfel distribuite către utilizator, care, cu ajutorul magnetofonului înregistrează programul sonor, pe care apoi poate să-l reproducă la dorință.

Avantajul esențial al benzii magnetice față de disc, din punctul de vedere al amatorului, este posibilitatea ștergerii benzii și astfel facilitîndu-se înregistrarea unui alt program. Discul prezintă unele avantaje calitative, dacă este corect exploatat și păstrat asigură realizarea unei audiții de înaltă calitate și cu nivel de zgomot redus. Calitatea programului, în special al celui muzical, reprodus de pe disc este mai bună decît de pe benzile înregistrate cu mijloace amatoricești.

3.1. DISCUL FONOGRAFIC

Programul realizat în studiouri special amenajate este înregistrat cu mai multe magnetofoane, apoi aceste înregistrări se prelucrează din considerente artistice și tehnice (mixaje, efecte sonore), iar programul final se înregistrează cu un magnetofon stereo. Semnalul obținut prin redarea acestei înregistrări, se aplică gravorului. Cuțitul de gravare încălzit, va grava pe suprafața foliei, realizată dintr-un lac special (și foarte rar încă din ceară), care se rotește cu viteză uniformă, șanțul ce conține informația respectivă. Se obține astfel prima fază de fabricație a purtătorului de sunet. În conti-

nuare, procesul tehnologic de fabricație urmărește obținerea matriței „mamă", care se realizează prin galvanoplastie. Folia gravată se argintează printr-un procedeu de depunere chimică (un strat de cca 5 μm), se depune apoi electrolitic un strat de nichel de aproximativ 1 mm grosime. Se desprinde folia după acest disc metalic „mamă", după care tot prin procedee electrolitice se obțin mai multe matrițe — „copii", necesare presării numărului dorit de discuri. Cu o matriță „copil" se pot presa aproximativ 300 ... 400 discuri din material termoplast (PVC-vinilit). Operațiunea de multiplicare prin presarea celor două fețe A și B ale discurilor se face cu mașini de presat automate.

3.1.1. CARACTERISTICILE TEHNICE ALE DISCURILOR

Diametrul discurilor moderne este de două dimensiuni. Primul tip de disc, de lungă durată, așa numitul „longplay" are diametrul nominal de 300 mm, iar al doilea tip are diametrul nominal de 170 mm. Discurile cu diametrul de 300 mm au viteza de rotație de 33 1/3 rotații/min, iar cele de 170 mm au viteza de rotație de 45 rotații/min. Grosimea discurilor este cuprinsă între 1,5 ... 2 mm. Diametrul orificiului central al discurilor de 300 mm este de 7,24 mm, iar la discurile de 170 mm este de 38,2 mm. Discurile de 170 mm se pot utiliza cu ajutorul unei șaibe, care are orificiul central de 7,24 mm.

La discurile stereo, șanțul gravat este format din două canale de informație (A-stînga și B-dreapta), care sînt ortogonale între ele și gravate la $\pm 45°$ față de planul suprafeței discului (tehnica de gravare 45°/45°). Astfel, discul stereofonic este compatibil cu reproducerea mono, adică poate fi reprodus și cu un picup mono. Informația canalului stînga este gravată pe peretele orientat spre interior al șanțului (spre centrul discului), iar cea a canalului dreapta este gravată pe peretele orientat spre exterior.

Durata de redare a discului stereo de 300 mm depinde de lățimea șanțului gravat și de pasul de gravare, adică de numărul de șanțuri gravate. Lățimea șanțului, în cazul discurilor stereofonice, este de 40 μm și viteza maximă de oscilație a cuțitului de gravare este de 8 cm/s.

În cazul discurilor stereo moderne, cu viteza de oscilație a cuțitului de gravare de 8 cm/s și o frecvență de modulație a șanțului de 1 000 Hz se obține un nivel de zgomot de —60 dB (măsurați selec-

tiv). În conformitate cu prevederile standardului DIN, cu un filtru trece sus cu frecvența caracteristică de 500 Hz și cu un flanc cu panta de 40 dB pe decadă, se obține un nivel al zgomotului cuprins între —40 . . . —50 dB, în funcție de materialul din care este realizat discul și de calitatea instalației de presare.

Banda frecvențelor, ce se poate realiza în cazul discurilor stereo este de 40 . . . 15 000 Hz la —3 dB. Încă din jurul anului 1970, pentru discurile stereo, s-au adoptat unanim recomandările IEC (CEI) cu privire la caracteristica de frecvență, adică utilizarea punctelor de inflexiune de: 3180/318/75 μs. În banda de 50 . . . 10 000 Hz este permisă o abatere de ±2 dB față de caracteristica normalizată.

Odată cu respectarea acestor recomandări, precum și a normalizării celorlalte caracteristici ale purtătorilor de sunet — disc — devine posibilă efectuarea unor schimburi de programe înregistrate, precum și redarea discurilor fabricate în diferitele țări.

3.1.2. FOLOSIREA, PĂSTRAREA ȘI ÎNTREȚINEREA DISCURILOR

Numeroase metode corecte de folosire și păstrare ale discurilor au fost elaborate de către distribuitorii de discuri, interesați materialicește, și de către amatorii entuziaști. Astfel, în legătură cu aceasta au apărut o serie de prescripții și de lucrări, fiecare dintre ele prezentîndu-se a fi cea mai optimă.

În prezent, circulația comercială a discurilor se face în ambalaje de tipuri variate. Totuși, s-a păstrat unanim modul de împachetare a discului într-un plic din carton întărit, cu fețele tipărite colorat, într-o grafică cît mai atractivă. Acest mod de împachetare, însă, nu protejează fețele discului de murdărie, praf și de încărcările electrostatice. Pentru a se proteja efectiv discul acesta se împachetează mai întîi într-un plic de hîrtie tratat cu o soluție antistatică. Plicurile executate din folie de PVC nu sînt recomandate, deoarece acestea în loc să protejeze discul, dimpotrivă atrag electrostatic particulele de praf și facilitează depunerea de murdărie pe suprafața discului.

O regulă de bază este aceea de a păstra discul în plicurile respective, în loc ferit de praf. În cazul folosirii discului, mai întîi suprafața platanului se șterge de praf, apoi se așază discul, care va fi șters în timpul rotirii de eventualele depuneri, cu o soluție antistatică. În acest scop, se comercializează șervete textile uscate spe-

ciale, tratate antistatic* şi care nu vor electriza prin frecare discul, în timpul operaţiunii de ştergere.

Discurile noi se şterg numai cu şervete de tip uscat! Şervetele antistatice nu sînt lavabile. Nu este permisă ştergerea suprafeţei discului cu materiale textile netratate antistatic. Operaţiunea de ştergere trebuie făcută numai cu discul aşezat pe platanul picupului, acesta fiind în mişcare; nu se vor şterge discurile ţinîndu-se în mînă. În cazul că nu dispunem de materiale special fabricate, vom utiliza pînză plușată care nu lasă scame şi care a fost îmbibată în soluţie de 20% glicol etilen în apă distilată sau într-o soluţie de 50% alcool etilic în apă distilată.

Petele grase „digitale" după suprafaţa discului se vor curăţa prin ştergere cu tampon de vată şi benzină uşoară (fără ulei). O altă modalitate este ştergerea cu o soluţie din oţet şi apă distilată în proporţie de 1 : 25.

Pentru curăţirea şi întreţinerea discurilor diferitelor firme s-au elaborat o serie de procedee utilizînd fie ştergerea uscată, fie cea umedă. Un sistem care se pretează foarte bine şi la discurile foarte murdare, şi care s-a extins în toată lumea, este produs de firma elveţiană Lenco A. G. numit LENCO CLEAN SUPER TONIC. Curăţirea este umedă şi se face prin ştergerea suprafeţei discului cu un dispozitiv adecvat, livrat odată cu soluţia de curăţire.

Dezavantajul principal al metodelor de curăţire elaborate de către majoritatea firmelor este acela că odată utilizate, curăţirea ulterioară a discului trebuie efectuată tot cu aceleaşi soluţii. În caz contrar audiţia va fi însoţită de fîşîit, pocnituri ca şi cum discul nu ar fi fost niciodată curăţat.

Mediul unde se face redarea discului trebuie să fie curat, ferit de praf şi de surse de căldură excesive. De asemenea, locul de păstrare al discurilor trebuie ferit de praf şi căldură. Pentru a se evita deformările mecanice este indicat ca discurile să fie păstrate în plicurile şi ambalajele originale în poziţie verticală, într-un mobilier, care poate să fie închis. Nu este recomandată păstrarea discurilor în biblioteci, care nu sînt prevăzute cu geamuri.

S-au elaborat cutii din carton presat sau mase plastice, care au capacitatea de zece sau o duzină de discuri în poziţie verticală, ferindu-le astfel de praf şi de eventualele acţiuni mecanice.

---

* Şervetele textile antistatice uzuale poartă marca DOTEX, de fabricaţie Cehoslovacă, Philips — de fabricaţie Olandeză.

Un rol important în menținerea calității discurilor îl au calitatea vîrfului de redare și în general calitatea picupului.

Discurile manipulate și păstrate corect își păstrează calitatea și peste ani de zile.

3.2. BANDA MAGNETICĂ

În tehnica sunetului, în prezent se folosesc numai benzi magnetice moderne. În legătură cu noțiunea de bandă magnetică modernă facem următoarele precizări:

1) Folia purtătoare este din poliester sau poliester laminat, eventual mylar. Aceste materiale din mase plastice nu sînt influențate de praf, umiditate, nu se deformează, sînt rezistente la rupere și întindere și nu îmbătrînesc, deci pot fi păstrate timp îndelungat.

2) Stratul feromagnetic este din oxid negru de fier, amestec din oxid de fier și de cobalt sau din bioxid de crom. Aceste materiale au proprietăți magnetice deosebite, au granulație fină, pot fi foarte fin polizate și deci compacta foarte bine. Se poate obține o bună dinamică, raport semnal/zgomot bun și distorsiuni mici în raport cu alte tipuri de bandă.

3) Banda magnetică păstrată fie pe role, fie în casete și înregistrată, să păstreze bine magnetizarea coercitivă, să nu demagnetizeze iar stratul magnetic, să nu se desprindă de pe folie.

Benzile magnetice moderne utilizate în prezent îndeplinesc cu prisosință aceste cerințe. Benzile magnetice fabricate în prezent nu sînt realizate în structură omogenă, ca cele fabricate în trecut.

3.2.1. FOLIA PURTĂTOARE ȘI STRATUL MAGNETIC PURTĂTOR AL INFORMAȚIEI

Din punct de vedere electroacustic, calitatea este asigurată de proprietățile magnetice ale stratului magnetic purtător al informației.

Stratul magnetic este format din pulberi de material magnetic, care sînt înglobate într-un liant special.

Proprietățile magnetice ale acestui strat depinde de calitatea materialelor utilizate și de tehnologia de fabricație folosită. În tehnologia clasică de fabricație a benzilor magnetice, materialul magnetic era pulberea din oxid de fier, faza gamma a Fe_2O_3, care se

obține chimic pe cale sintetică. Oxidul roșu de fier Fe_2O_3 se poate prelucra în pulberi de o granulație de 2 μm (2×10^{-6} m).

Pulberile feromagnetice din oxid negru de fier (Fe_3O_4) utilizate în prezent sînt realizate tehnologic mai greu, deoarece granulația particulelor este destul de diferită. Însă din jurul anilor 1960 aplicîndu-se tehnologia camerelor cu vid pentru realizarea pulberilor s-au rezolvat problemele tehnologice de fabricație, și astfel acest tip de pulbere s-a extins vertiginos.

Un rol deosebit de important în fabricarea benzii magnetice îl are liantul. Pulberea feromagnetică dispersată în masa liantului stabilesc forța magnetică coercitivă, inducția remanentă și uniformitatea magnetică, adică principalele proprietăți magnetice ale benzii de magnetofon.

După compactarea și polarizarea stratului magnetic turnat pe folia purtătoare se obține o omogenitate de cca 75%. Aceasta înseamnă că în volumul considerat se află numai 70 ... 75% particule (domenii) magnetice și 25 ... 30% liant. Această compoziție este avantajoasă din punct de vedere al înregistrării semnalelor, deoarece materialul electroizolant al liantului din jurul particulei magnetice împiedică formarea curenților paraziți turbionari. În același timp, însă această izolare a particolelor magnetice de către liant, reduc inducția remanentă, adică scade sensibilitatea benzii, deci se micșorează și dinamica înregistrării.

Dispersia în straturile magnetice cu omogenitate de 70 ... 75% depinde în primul rînd de dimensiunile geometrice ale particulelor magnetice. În cazul oxizilor de fier se pot obține pulberi de 1 ... 1,5 μm cu un procent de cca 10% de 2 ... 3 μm. Mai recent s-au realizat procedee de fabricație, care diminuează unele dezavantaje ale acestor tipuri de purtători magnetici.

În prezent, cel mai de seamă strat purtător magnetic, — atît în domeniul înregistrării sunetului cît și a imaginilor — este bioxidul de crom (CrO_2). Forma cristalelor este foarte uniformă și au dimensiunea de 5 ... 6 ori mai mică decît a particulelor de oxid de fier. Astfel, împreună cu liantul se poate obține o omogenitate de 90 ... 95% după turnarea pe folia purtătoare.

Folia purtătoare a benzilor magnetice cu bioxid de crom este din poliester tratat termic, ce conferă proprietăți mecanice foarte bune. Datorită uniformității particulelor de CrO_2 se poate obține după turnare o bună orientare longitudinală a acestora, ceea ce determină proprietăți electroacustice net superioare în raport cu purtătorii cu oxizi de fier. Principalele avantaje ale benzii cu CrO_2 sînt:

a) Nivelul optim de umplere cu particule feromagnetice a volumului stratului magnetic este de 90 . . . 95%. Se obține astfel o remanență mai mare ca la benzile cu oxizi de fier, îmbunătățindu-se caracteristica de frecvență la înalte.

b) Nivelul de zgomot se micșorează de cca patru ori față de benzile cu oxizi de fier. În cazul înregistrărilor sonore se obține o îmbunătățire a raportului semnal/zgomot cu 12 . . . 16 dB, în comparație cu purtătorii cu oxizi de fier. Se obțin în același timp distorsiuni neliniare mai reduse.

c) Demagnetizarea proprie la frecvențe înalte, care apare la benzile cu oxizi de fier, nu apare la straturile magnetice cu bioxid de crom.

d) Între semnalele înregistrate și apoi redate pe benzile cu bioxid de crom nu există diferențe de nivel.

Caracteristicile mecanice ale benzilor sînt stabilite de către proprietățile foliei purtătoare. În prezent pentru realizarea foliei se utilizează poliesterii sau derivații acestora tratați termic. Materialele „clasice" cu proprietăți mecanice mai slabe nu mai sînt folosite.

Principalele caracteristici mecanice ale benzilor magnetice moderne sînt: rezistența mare la rupere, întinderea elastică și întinderea plastică sînt foarte mici.

3.2.2. CARACTERISTICI CALITATIVE

Caracteristicile calitative ale benzilor magnetice reprezintă proprietățile mecanice, magnetice și electroacustice ce pot fi măsurate și exprimate numeric.

Grosimea benzii

Reprezintă grosimea efectivă a foliei împreună cu stratul magnetic, luate împreună.

Grosimea diferitelor tipuri de benzi variază între 9 . . . 50 μm.

Lățimea benzii

Lățimea benzilor utilizate în tehnica sunetului este de 6,25 mm pentru magnetofoanele cu role și casete tip Cartridge și de 3,81 mm pentru casetofoanele Compact Cassette.

Rezistența la rupere

Se referă la forța necesară pentru ruperea benzii în direcția longitudinală și ne arată cîte Kgf sînt necesare ruperii unui anumit tip de bandă. Forța de rupere pentru benzile moderne este de cca 5 . . . 6 Kgf.

Întinderea elastică

Reprezintă alungirea elastică exprimată în procente (%) a unui eşantion de bandă cu lungimea de 1 m, supusă unei forţe apropiate de forţa de rupere, într-o perioadă de timp dată (de obicei 1 minut).

Nivelul de premagnetizare

Este nivelul optim al curentului de înaltă frecvenţă (ultraacustică), care este aplicat capului de înregistrare pentru obţinerea unei înregistrări pe banda considerată, care la redare să ofere cît mai apropiat performanţele ce se pot obţine la redarea benzii etalon, în condiţiile unor distorsiuni minime.

Sensibilitatea

Caracterizează sensibilitatea stratului magnetic şi este mărimea tensiunii de redare a benzii considerate, care a fost înregistrată cu curent de audiofrecvenţă constant, în raport cu tensiunea semnalului de pe banda etalon, în condiţiile premagnetizării optime.

Caracteristica de frecvenţă

Se înţelege variaţia tensiunii de redare în funcţie de frecvenţă, cînd aceasta a fost înregistrată cu curent de audiofrecvenţă constant şi premagnetizare optimă.

Fluxul maxim

Caracterizează proprietăţile magnetice ale stratului purtător de sunet. Se referă la nivelul maxim al curentului de audiofrecvenţă, care este încă proporţional cu fluxul remanent al benzii, adică semnalul redat nu are distorsiuni mai mari de 5% (după norma DIN). Se înţelege că este vorba numai de distorsiunile datorate benzii magnetice, fluxul magnetic neputînd fi proporţional, după o anumită creştere a valorii semnalului de înregistrare. Apar distorsiuni specifice cu armonici impare (armonica a-3-a).

Atenuarea de ştergere

Este raportul exprimat în dB dintre tensiunea de ieşire a semnalului, măsurată la redarea unei benzi, ce a fost înregistrată cu nivel nominal şi frecvenţa de 1 kHz şi tensiunea reziduală, măsurată după ce banda a fost ştearsă.

Atenuarea de copiere

Între spirele alăturate şi înregistrate ale unei bobine de bandă magnetică poate apare efectul de copiere sau efectul de ecou. Exprimarea numerică în dB a semnalului copiat între spirele alăturate, adică măsura interacţiunii magnetice între spirele benzii după un timp bine stabilit (de exemplu 24 ore), reprezintă atenuarea de copiere.

3.2.3. TIPURI DE BENZI MAGNETICE

Benzile de magnetofon utilizate în tehnica sunetului se pot recunoaşte după calitatea şi materialul din care este realizat stratul magnetic, după grosimea lor şi după modul de înfăşurare (pe role sau casete). După calitatea şi materialul din care este realizat stratul magnetic, deosebim benzi cu:

— oxid roşu de fier
— oxid negru de fier
— amestec de oxid de cobalt cu oxid roşu de fier
— bioxid de crom
— oxid de fier amestec cu bioxid de crom, aşa numitele benzi cu ferocrom.

După grosimea efectivă a benzii magnetice pentru magnetofoanele cu role, deosebim următoarele tipuri de benzi:

— Standard play — standard (47 . . . 42 μm)
— Long play — durată lungă (36 . . . 34 μm)
— Double play — durată dublă (28 . . . 25 μm)
— Triple play — durată triplă (20 . . . 16 μm)

După modul de înfăşurare şi suportul benzii se disting următoarele tipuri de benzi:

— pentru magnetofoane cu role
— sistem Compact Cassette
— sistem Cartridge
— sistem ELCASET
— sistem Unisette
— sistem Micro Cassette.

În prezent, în ţara noastră dintre tipurile de benzi enumerate, cele mai răspîndite sînt cele pentru magnetofoanele cu role şi sistem Compact Cassette.

— **Benzi pentru magnetofoane cu role.** După prevederile normei DIN, acest tip de bandă, cu lăţimea de 6,25 mm se înfăşoară pe următoarele tipuri de role cu diametrele de: 100 mm, 127 mm, 150 mm, şi 180 mm. Cu asemenea role se comercializează şi benzile magnetice. Dacă în trecut s-a respectat norma ca benzile mai subţiri de 26 μm să nu fie distribuite pe role cu diametrul mai mare de 127 mm, în prezent această prevedere nu mai este utilizată. Adică, vom găsi benzi de diferite grosimi pe role cu diametre diferite.

Majoritatea benzilor de magnetofon din această categorie au purtătorul magnetic realizat din oxid de fier. Sînt însă și benzi cu stratul magnetic cu pulberi din ferocrom.

Cele mai uzuale benzi au grosimea de 35 și de 26 μm. Benzile cu folia mai groasă sînt utilizate la magnetofoanele de studio, unde viteza de deplasare este mai mare.

Din jurul anilor 1970 o largă răspîndire a căpătat un tip de bandă cu oxid de fier îmbogățit, care are un nivel de zgomot mic, numită Hi-Fi Low Noise (Hi-Fi zgomot redus).

— **Benzi pentru casetofoane.** Majoritatea covîrșitoare a casetofoanelor ce se află în prezent în folosință sînt sistem Compact Cassette, prin urmare vom descrie benzile magnetice, care sînt utilizate în asemenea casete.

Din punct de vedere al grosimii benzile din casete sînt de trei feluri; de: 18 μm, 12 μm și 9 μm. Se știe din tehnica magnetofoanelor cu role că benzile de grosime mică, 18 μm, au calitatea mai slabă față de celelalte tipuri de grosime mai mare. La benzile mai subțiri și stratul magnetic are grosimea mai mică. În cazul benzilor de grosime mai mare și stratul magnetic are grosimea mai mare, astfel neomogenitatea particulelor magnetice va afecta mai puțin proprietățile magnetice decît la benzile mai subțiri. Astfel, caracteristicile electroacustice și magnetice ale benzilor magnetice subțiri sînt mai slabe decît ale benzilor de grosime mai mare.

Benzile fabricate în prezent, benzile moderne, chiar dacă au grosimea mică prezintă, datorită tehnologiei, o bună omogenitate și uniformitate. Totuși, în raport cu benzile magnetice groase, cele subțiri prezintă un dezavantaj: din cauza grosimii reduse a stratului magnetic forța coercitivă este mai mică și din această cauză nivelul semnalelor de redare este mai mic, decît în cazul benzilor mai groase.

În casetofoane se utilizează benzi magnetice cu lățimea de 3,81 mm, de tip subțire, realizate după tehnologii de fabricație moderne. Astfel, s-au produs noi tipuri de materiale magnetice pentru purtătorul de sunet, pe care le prezentăm succient în rîndurile următoare.

— *Purtători din oxid roșu monocristalin de fier*

Pe cînd, în tehnologia clasică, pulberile magnetice erau realizate prin măcinare cu mori mecanice rezultînd o granulație relativ mare cu dispersie mare a dimensiunilor, stratul magnetic turnat pe folie prezentînd o neomogenitate pronunțată, care determină în final un nivel de zgomot ridicat și variații de nivel ale semnalului, în pre-

zent cu tehnologii moderne chimice și în vid, se poate produce stratul de oxid roșu monocristalin de fier. Fără a fi necesară măcinarea mecanică se obține o pulbere monocristalină, deci cu o granulație deosebit de uniformă.

Straturile magnetice realizate din asemenea pulberi oferă, chiar fără alte amestecuri (de exemplu cu oxid de cobalt), o calitate mult mai bună a benzii.

Stratul magnetic fiind foarte omogen și după turnarea pe folia purtătoare procedîndu-se la polarizarea benzii, se obține un nivel de zgomot abia auzibil și o fluctuație nesemnificativă a nivelului semnalului înregistrat. De asemenea, caracteristica de frecvență în domeniul frecvențelor înalte se îmbunătățește cu 6 . . . 8 dB, în raport cu banda clasică din oxid roșu de fier.

— *Purtători din oxid roșu de fier îmbogățit cu oxid de cobalt*

În procesul tehnologic de fabricație al acestui tip de strat magnetic, în faza pregătirii dispersiei se adaugă în amestec oxid de cobalt. Acest amestec se toacă împreună cu liantul pe folia purtătoare. Oxidul roșu de fier utilizat este monocristalin, dar poate fi și de tipul clasic.

Îmbunătățirea caracteristicilor magnetice și electroacustice se explică prin întrepătrunderea între particulele pulberii de oxid de fier a particulelor de oxid de cobalt, mărindu-se astfel forța magnetică coercitivă, și compensîndu-se neomogenitatea inițială a stratului magnetic.

— *Purtători din oxid negru de fier îmbogățit cu oxid de cobalt*

Tehnologia de fabricație a acestui tip de strat magnetic este similară cu cea a benzii cu oxid roșu de fier îmbogățit cu oxid de cobalt. Aici însă, în locul oxidului roșu se utilizează oxidul negru de fier. Îmbunătățirea caracteristicilor calitative în ce privește nivelul de zgomot și caracteristica de frecvență este completată și de mărirea sensibilității acestui tip de bandă. Cu asemenea pulbere magnetică se pot realiza benzi cu grosimea foarte mică, păstrîndu-se încă caracteristici calitative acceptabile.

— *Purtători din bioxid de crom*

Dintre purtătorii de sunet de fabricație modernă cei cu stratul magnetic din bioxid de crom prezintă cele mai bune performanțe calitative. Nivelul de umplere al stratului magnetic fiind cel optim (90 . . . 95%) se obține o bună remanență în comparație cu straturile din oxizi de fier, care au nivelul de umplere de 70 . . . 75%. Avantajul esențial îl constituie însă faptul că între semnalul înregistrat și cel redat nu există diferență de nivel, chiar în domeniul frecvențe-

lor mai înalte. Dintre benzile de casetofon sistem Compact Cassette, acest tip oferă calitatea cea mai bună în procesul de înregistrare-redare a sunetului.

— *Purtători din oxid de fier şi bioxid de crom (sau ferocrom*)*

Tehnologia recentă de fabricaţie a stratului magnetic, care constă în realizarea a două faze de dispersie a particulelor magnetice. Pe de o parte se realizează amestecul dintre pulberea de oxid de fier şi liant, şi pe de altă parte amestecul dintre pulberea de bioxid de crom şi liant. Procesul de fabricaţie constă în două etape. În prima etapă se toarnă pe folia purtătoare un strat din amestecul cu oxid de fier, care se supune unui proces de uscare şi compactare. În a doua etapă se toarnă peste acestea un strat din amestecul cu bioxid de crom, care de asemenea se compactează, se usucă şi apoi se polizează. Raportul dintre grosimile celor două straturi este de cinci la unu. De exemplu, o bandă cu grosimea de 18 μm de acest tip este compusă din: 12 μm grosimea foliei purtătoare, 5 μm stratul cu oxid de fier şi 1 μm stratul cu bioxid de crom. Benzile magnetice realizate cu această tehnologie prezintă un nivel de zgomot redus, se îmbunătăţeşte raportul semnal/zgomot şi se îmbunătăţeşte considerabil caracteristica de frecvenţă.

3.2.4. TRATAMENTUL ŞI PĂSTRAREA BENZILOR MAGNETICE

Benzile magnetice pentru magnetofoane şi pentru casetofoane, care se distribuie prin circuitul comercial sînt prevăzute cu ambalaje corespunzătoare. Benzile de magnetofon sînt înfăşurate pe role din mase plastice, introduse în cutii din polietilenă sau carton presat. Uneori, amatorii au obiceiul, nerecomandat, de a arunca ambalajul în care se găseşte rola cu banda magnetică, păstrînd-o ulterior fără cutia respectivă. Indiferent de curăţenia locului unde se păstrează banda, cutia o protejează de praf şi alte particule ce se pot depune prin electrizare pe aceasta.

Benzile pentru casetofoane se livrează în cutii de plastic, care le apără în principal de acţiunile mecanice. Protejarea benzii împotriva depunerilor de praf este realizată chiar de pereţii casetei.

Locul de păstrare îndelungată a benzilor magnetice se alege astfel, ca acestea să nu fie supuse cîmpurilor magnetice dispersate. În acest scop se vor evita locurile de lîngă incintele acustice, instalaţiile de forţă, televizoare, transformatoare, magneţi, etc. De aseme-

* N.T. — În prezent se fabrică benzi şi cu amestec din oxizi de mangan.

nea, se vor evita locurile din preajma surselor de căldură sau a celor cu umiditate excesivă, dar și a celor prea uscate*.

Asupra calității benzilor o influență deosebită o are felul cum o tratăm în timpul introducerii acesteia în magnetofon. Această condiție depinde nu numai de dexteritatea operatorului (utilizatorului) dar și de starea mecanismelor aparatului. De exemplu, mecanismul de antrenare rapidă, reglat necorespunzător va înfășura banda în trepte, unde va fi supusă fisurării și deformării și va păstra depunerile de praf. De asemenea, pista de rulare a benzii trebuie să fie perfect curată, fără uzură și deformări, păstrînd mereu banda în planul vertical. În general, starea perfectă a mecanismului de antrenare și a pistei va contribui pe deplin la durata lungă de exploatare a benzilor.

---

* N.T. — Se recomandă temperatura de cca 20°C și umiditatea relativă între 50 . . . 65%.

Lei 19,50